

**BRECHAS CRÍTICAS EN CRUCES PEATONALES NO CONTROLADOS EN
VÍAS ARTERIAS DE TUNJA**



MANUEL ANDRÉS MARTÍNEZ ÁLVAREZ
ANGIE CAROLINA TORRES BARRIOS



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TRANSPORTE Y VÍAS

2018

**BRECHAS CRÍTICAS EN CRUCES PEATONALES NO CONTROLADOS EN
VÍAS ARTERIAS DE TUNJA**

**MANUEL ANDRÉS MARTÍNEZ ÁLVAREZ
ANGIE CAROLINA TORRES BARRIOS**

ING. MSc. FREDY ALBERTO GUÍO BURGOS

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TRANSPORTE Y VÍAS**

2018

Nota de aceptación

Firma el director de tesis

Firma del jurado

Firma del jurado

La autoría científica de la facultad de ingeniería reside en ella misma, por tanto, no responde por las opiniones expresadas en este proyecto.

Se autoriza su reproducción indicando su origen.

Este trabajo es dedicado a todos nuestros amigos, hermanos y a ti.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este libro expresan sus agradecimientos a:

Al Ingeniero FREDY ALBERTO GUÍO BURGOS, Profesor del Área de Transito de la Escuela de Transporte y Vías de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, por la ayuda y apoyo brindado durante el desarrollo de la investigación y de toda la carrera.

A los profesores LAURAMARIA DEL PILAR MARTÍNEZ, ANA JUDIT MARTÍNEZ y HERNÁN MARTÍNEZ FERRO, por la ayuda brindada en temas de redacción de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES	10
1.1. BASES TEÓRICAS.....	10
1.1.1. Cruces a mitad de cuadra:	14
1.1.2. Comportamiento peatonal.....	14
1.1.3. Factores que afectan la decisión de cruzar	15
1.1.4. Margen de seguridad:	16
1.1.5. Brecha peatonal:	16
1.1.6. Brecha crítica peatonal:	17
1.2. MARCO ESPACIAL	17
1.3. ESTADO DEL ARTE:.....	18
2. DISEÑO METODOLÓGICO	21
2.1. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA	22
2.2. SELECCIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO	23
2.3. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE CADA UNO DE LOS PUNTOS DE ESTUDIO.	25
2.4. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES.	25
2.5. TOMA DE DATOS	26
2.6. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN:	27
2.7. MODELO DE DETERMINACIÓN DE LA BRECHA CRÍTICA.....	29
3. ANÁLISIS Y RESULTADOS	32
3.1. ANÁLISIS GENERAL.....	32
3.2. CARACTERIZACIÓN.....	36
3.2.1. Características operacionales	37
3.3. DETERMINACIÓN DE LA BRECHA CRÍTICA GENERAL	55
3.4. AFECTACIÓN DE LA BRECHA POR EL FACTOR EDAD	56
3.4.1. Jóvenes	57
3.4.2. Adultos:	59
3.4.3. Adulto mayor:	61
3.5. AFECTACIÓN DE LA BRECHA POR EL FACTOR GÉNERO	63

3.6.	AFECTACIÓN DE LA BRECHA POR OTROS FACTORES	69
3.6.1.	Cruces en grupo	69
3.6.2.	Cruces con paquetes	71
3.7.	PRUEBAS DE HIPÓTESIS	74
4.	DISCUSIÓN	81
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
6.	REFERENCIAS	84

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de variables microscópicas.	12
Figura 2. Diagrama de brecha peatonal.	17
Figura 3. Diseño metodológico	21
Figura 4. Accidentes totales en el año 2014.	23
Figura 5. Avenida Norte	24
Figura 6. Avenida Maldonado	25
Figura 7. Ubicación de la cámara sobre la avenida Maldonado.	26
Figura 8. Ubicación de la cámara sobre la avenida norte.	27
Figura 9. Formato principal de clasificación de la información.	28
Figura 10. Extracción de la información.	29
Figura 11. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles. ..	31
Figura 12. Prueba de normalidad avenida Norte.	33
Figura 13. Prueba de normalidad avenida Maldonado.	34
Figura 14. Pruebas de bondad de ajuste avenida Norte y avenida Maldonado en la calzada sur – norte.	35
Figura 15. Sección en planta de la avenida Maldonado.	36
Figura 16. Sección en planta de la avenida Norte.	37
Figura 17. Distribución de volúmenes vehiculares cada 15 minutos – Avenida Norte sentido norte – sur.	39
Figura 18. Volumen vehicular horario máximo – Avenida Norte sentido norte – sur.	39
Figura 19. Distribución de volúmenes vehiculares cada 15 minutos – Avenida Norte sentido sur – norte.	40
Figura 20. Volumen vehicular horario máximo – Avenida Norte sentido sur -norte.	40
Figura 21. Composición del tránsito Avenida Norte sentido norte – sur.	41
Figura 22. Composición vehicular Avenida Norte sentido sur – norte.	42
Figura 23. Distribución de volúmenes vehiculares cada 15 minutos – Avenida Maldonado sentido norte – sur.	44

Figura 24. Volumen vehicular horario máximo – Avenida Maldonado sentido norte – sur.	44
Figura 25. Distribución de volúmenes vehiculares cada 15 minutos – Avenida Maldonado sentido sur – norte.....	45
Figura 26. volumen vehicular horario máximo sentido sur-norte avenida Maldonado.	45
Figura 27. Composición vehicular Avenida Maldonado sentido norte – sur.	46
Figura 28. Composición vehicular Avenida Maldonado sentido sur – norte	47
Figura 29. composición de la muestra de acuerdo a la edad en el cruce de la avenida Maldonado.	48
Figura 30. composición de la muestra de acuerdo al género en el cruce de la avenida Maldonado.	49
Figura 31. Composición de la muestra de acuerdo a la edad en el cruce de la avenida Norte.	50
Figura 32. Composición de la muestra de acuerdo al género en el cruce de la avenida Norte.	50
Figura 33. Composición de la muestra de acuerdo a cruce con o sin paquete en el cruce de la avenida Maldonado.	51
Figura 34. Composición de la muestra de acuerdo a cruce con o sin paquete en el cruce de la avenida Norte.	51
Figura 35. Número de cruces inseguros en la Avenida Maldonado.....	53
Figura 36. Número de cruces inseguros en la Avenida Norte.	54
Figura 37. Modelos generales para la avenida Maldonado.....	56
Figura 38. Modelos generales para la avenida Norte.	56
Figura 39. Modelos determinación de la brecha crítica en la avenida Maldonado – jóvenes calzada norte – sur.	57
Figura 40. Modelo de determinación de la brecha crítica en la avenida Maldonado – jóvenes calzada norte – sur.	57
Figura 41. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – jóvenes calzada norte – sur.	58

Figura 42. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – jóvenes calzada sur – norte.	58
Figura 43. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – adultos calzada norte- sur.....	59
Figura 44. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – adultos calzada sur – norte.....	59
Figura 45. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – adultos calzada norte- sur.	60
Figura 46. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – adultos calzada sur – norte (S – N).	60
Figura 47. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – adultos mayores calzada norte- sur.....	61
Figura 48. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – adultos mayores calzada sur – norte.....	62
Figura 49. Comparación de la afectación de la brecha crítica por la edad entre la avenida Norte y la avenida Maldonado.	63
Figura 50. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – hombres calzada norte – sur.	64
Figura 51. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – hombres calzada sur – norte.	64
Figura 52. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – mujeres calzada norte – sur.	65
Figura 53. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – mujeres calzada sur – norte.	65
Figura 54. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – hombres calzada norte – sur.....	66
Figura 55. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – hombres calzada sur – norte.....	66
Figura 56. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – mujeres calzada norte – sur.....	67

Figura 57. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – mujeres calzada sur – norte.....	67
Figura 58. Comparación de la afectación de la brecha crítica por el género entre la avenida Norte y la avenida Maldonado	68
Figura 59. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – cruce en grupo calzada norte – sur.	69
Figura 60. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – cruce en grupo calzada sur – norte.	70
Figura 61. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – cruce en grupo calzada norte – sur.	70
Figura 62. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – cruce en grupo calzada sur – norte.	71
Figura 63. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – cruce con paquete calzada norte – sur.	71
Figura 64. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – cruce en grupo calzada sur – norte.	72
Figura 65. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – cruce con paquetes calzada norte – sur.....	72
Figura 66. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – cruce en grupo calzada sur – norte.	73
Figura 67. Comparación de la afectación de la brecha crítica por otros factores entre la avenida norte y la avenida Maldonado.....	74

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de muestra para cada calzada	22
Tabla 2. Obtención del modelo de determinación de brecha crítica.	30
Tabla 3. Datos de volúmenes avenida Norte.	38
Tabla 4. Composición vehicular de la avenida norte para los dos sentidos de circulación.	41
Tabla 5. Datos volúmenes vehiculares Avenida Maldonado.	43
Tabla 6. Composición vehicular de la avenida Maldonado para los dos sentidos de circulación.	46
Tabla 7. composición de la muestra – Avenida Maldonado.	48
Tabla 8. composición de la muestra – Avenida Norte.	49
Tabla 9. Numero de cruces inseguros en la Avenida Maldonado.	52
Tabla 10. Número de cruces inseguros en la Avenida Norte.	53
Tabla 11. Valores de margen de seguridad.	54
Tabla 12. Valores de velocidad de caminata para las avenidas Maldonado y Norte.	55
Tabla 13. Cuadro resumen de la brecha críticas – factor edad	62
Tabla 14. Cuadro resumen brecha crítica – factor género.	68
Tabla 15. Cuadro resumen brecha crítica – otros factores.	73
Tabla 16. Datos para el cálculo de Z calculado para velocidad de caminata en la avenida Norte.	75
Tabla 17. Datos para el cálculo de Z calculado para velocidad de caminata en la avenida Maldonado.	75
Tabla 18. Resultados de Z calculados para la velocidad de caminata en la avenida Norte.	76
Tabla 19. Resultados de Z calculado para la velocidad de caminata en la avenida Maldonado.	76
Tabla 20. Datos para el cálculo de Z calculado para la velocidad de caminata entre avenidas.	77

Tabla 21. Resultados de Z calculado para la velocidad de caminata entre avenidas.....	77
Tabla 22. Datos para el cálculo de Z teórico para margen de seguridad en la avenida Norte.	78
Tabla 23. Datos para el cálculo de Z teórico para margen de seguridad en la avenida Maldonado.	78
Tabla 24. Resultados de Z calculado para margen de seguridad en la avenida Norte.	79
Tabla 25. Resultados de Z calculados para margen de seguridad en la avenida Maldonado.	79
Tabla 26. Datos para el cálculo de Z calculado para margen de seguridad entre avenidas.....	79
Tabla 27. Resultados de cálculo de Z calculado para margen de seguridad entre avenidas.....	80

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presentan el proceso metodológico, análisis y resultado del proyecto *Brechas críticas en cruces peatonales no controlados en vías arterias de Tunja*, que se plantea a partir de la problemática que existe en los cruces a mitad de cuadra, en donde la falta de controles del tránsito hace que el peatón esté obligado a seleccionar una brecha para realizar el cruce. Debido a que la selección de la brecha se ve afectada por diversos factores, en muchas ocasiones los peatones juzgan como adecuada una brecha que no garantiza su seguridad provocando que la tasa de accidentes aumente en estos puntos.

A partir de lo anterior se trazaron objetivos en pro de caracterizar las brechas críticas en dos cruces peatonales a mitad de cuadra de las avenidas Norte y Maldonado de la ciudad de Tunja, así entonces, se realizó la identificación de algunos parámetros que inciden en la selección de esta, la caracterización de condiciones físicas y operacionales del tránsito vehicular y peatonal y finalmente se caracterizó estadísticamente las variables allí observadas como la brecha, velocidad de caminata y el margen de seguridad.

El libro se divide en cinco capítulos en los que se explica la forma como se llevó a cabo la investigación. Así, la primera parte presenta una recopilación teórica que garantiza al lector la comprensión de los conceptos y el contexto en el que se realiza la investigación, en segundo lugar se expone la metodología que se llevó a cabo para la obtención de los resultados, luego se realiza un análisis detallado de estos, a partir de comparaciones y pruebas de hipótesis, en seguida se realizan una discusión a partir de los resultados obtenidos y los planteamientos de algunos autores que han realizado estudios similares en otras partes del mundo. Finalmente se presenta una serie de conclusiones para así cumplir el objetivo trazado inicialmente, de caracterizar la brecha crítica encontrada en los puntos de evaluación.

Es importante aclarar que el estudio realizado, no pretende plantear soluciones a los problemas que se presentan en el lugar de observación a partir de diseños de fases semafóricas, o cambios de geometría de la vía, sino que busca evidenciar una posible problemática, caracterizando así las brechas críticas observadas en el sitio a partir de algunos factores que influyen.

Las conclusiones finales son un referente para vías de características similares tanto geométricas como de entorno socioeconómico, en futuras investigaciones con respecto al tema de análisis de aceptación de brecha del peatón.

1. GENERALIDADES

En el presente capítulo se entrega al lector algunas herramientas necesarias para comprender el estudio realizado; se dan a conocer las bases teóricas en las que este se enmarca; se indica el lugar en el que se realiza; por último, se mencionan algunas investigaciones que se han llevado a cabo en diferentes lugares del mundo, semejantes al presente estudio o que tienen relación directa con el tema.

En primera instancia se exponen algunas máximas y conceptos en los que se basa la Ingeniería de Transporte y la función que cumple la Ingeniería de Tránsito en esta, para presentar la relación que existe entre transporte, tránsito y seguridad vial. Posteriormente se habla de los componentes del tránsito vehicular y peatonal (variables macroscópicas y microscópicas), presentando la definición de estos y la función que cumplen en el análisis de la corriente del tránsito. De esta forma se establece que la brecha peatonal no se enmarca dentro de estas variables, sino que este concepto aparece cuando existe una interacción entre el tránsito peatonal y el vehicular, por esta razón las siguientes menciones que se hacen tienen que ver con el peatón y los factores que afectan su decisión, como psicología, infraestructura, el medio, clima, etc. Igualmente se presenta la definición de los principales conceptos en los que se basa el estudio.

Es importante resaltar que esta compilación teórica se realiza en un contexto que evidencia la necesidad que existe de conocer más a fondo el comportamiento del peatón (en este caso brecha crítica peatonal) y los factores que lo determinan para así, tratar de dilucidar formas de garantizar la seguridad de los usuarios, por esta razón a lo largo del capítulo se presentan cifras definidas por diferentes entidades nacionales e internacionales que se dedican al estudio de la seguridad vial, que dan validez a los argumentos usados en este texto.

1.1. BASES TEÓRICAS.

Según M.L. Manhiem, una de las premisas básicas a partir de la cual se debe realizar el análisis del transporte es que este es un sistema multimodal simple¹. Lo anterior nos da a entender que el transporte es la interacción de diferentes modos (motorizados y no motorizados) en un ambiente común

Por otro parte el ITE², define a la Ingeniería de Tránsito como la fase de la Ingeniería de Transporte que se ocupa, entre otras cosas, de la relación de los diferentes

¹ MANHIEM, Marvin L. fundamentals of transportation systems analysis, citado por REYES, Cal y Mayor. Ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones. 4 ed. Pag 30.

² NSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERING. Traffic engineering handbook. 6 ed.2009 P.1.

modos de transporte en la corriente de tránsito, a partir de esta premisa y teniendo en cuenta que uno de los objetivos fundamentales de la Ingeniería de Transporte es garantizar seguridad a los viajeros, se puede decir, que es primordial encontrar herramientas que sirvan para que la interacción entre modos de transporte sea segura.

Un primer paso en la búsqueda de estas herramientas es tratar de entender el tránsito y sus componentes, en este marco podemos decir que el tránsito está compuesto por tres elementos; el usuario, el vehículo, y la vía. El usuario se entiende como aquella persona que se involucra en la corriente de tránsito con el fin de realizar un viaje (peatón, conductor, pasajero. Etc.); el vehículo es el objeto móvil que se utiliza para concretar la acción de viajar (bus, bicicleta, automóvil, etc.); por último, está la vía, que se entiende como los “camino” que componen la ruta seleccionada por el usuario para realizar el viaje (senderos peatonales, calles, ciclovías, etc.).

Como se puede observar, un elemento importante en el tránsito, en lo que tiene que ver con las calles y carreteras, es el factor humano (usuario)³, y principalmente cuando este usuario es el peatón o el conductor, ya que por su naturaleza está destinado a cometer errores. Según Roess et al.⁴, en un 96% de los accidentes de tránsito en Estados Unidos, el conductor ha cometido un error mientras conduce; por otro lado, en Colombia, según datos del instituto nacional de medicina legal y ciencias forenses 2015, aproximadamente tres de cada diez víctimas de accidentes de tránsito son peatones, estos eventos puede ser producto de la desobediencia de las leyes de tránsito por parte del peatón, puesto que es el actor que menos importancia da a estas.⁵

Por las razones ya mencionadas, se hace muy importante entender el comportamiento tanto del peatón como del conductor, en lo que tiene que ver con su actuar en el flujo del tránsito puesto que, conforme a lo mencionado por Cal y Mayor⁶, este comportamiento es uno de los factores que define las características del tránsito, debido a que sus parámetros macroscópicos y microscópicos se ven afectados por las decisiones que el individuo tome frente al flujo normal de este.

En el tránsito vehicular, las variables macroscópicas son: Velocidad, Densidad, y Flujo. Cada uno de estos parámetros se relaciona entre sí de forma directa, y están

³ REYES, Cal y Mayor y CÁRDENAS, James. Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones. 8 ed. 2007. P.40.

⁴ ROESS, Roger P. MCSHANE, William. PRASSAS, Elena. Traffic engineering, 2 ed., Citado por RADELAT, Guido. Principios de ingeniería de tránsito, p.185.

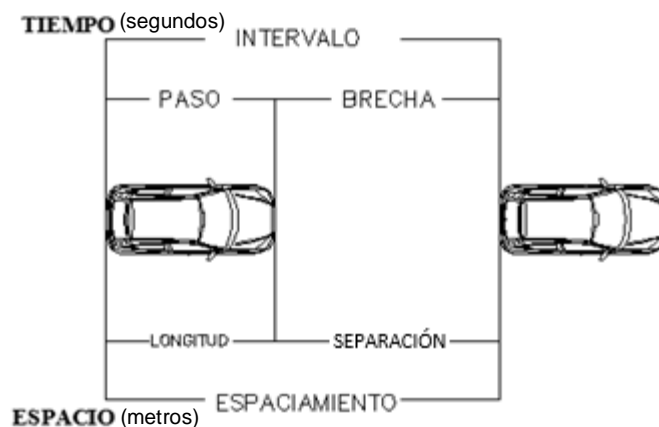
⁵ RADELAT, Guido. Principios de ingeniería de tránsito. 2003, p.14.

⁶ REYES, Cal y Mayor y CÁRDENAS, James. Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones. 7 ed. 1994. P. 40.

en función del conductor, debido a que en la mayoría de los casos este tiene control sobre la velocidad a la que viaja.

Por otro lado, las variables microscópicas se entienden como el actuar del conductor como individuo en la corriente del tránsito y son: El intervalo, que se define como el tiempo que transcurre entre el pasar de puntos homólogos del vehículo; El paso, que es el tiempo que tarda un vehículo en recorrer su propia longitud medida desde el parachoques delantero hasta el trasero; y por último, La brecha, que es el tiempo que hay entre el parachoques trasero de un vehículo y el delantero del que circula inmediatamente detrás de este. Cada uno de los parámetros microscópicos tiene un equivalente en espacio que se denominan como: Espaciamiento, Longitud y Separación. La figura 1. facilita la comprensión de las definiciones anteriores.

Figura 1. Diagrama de variables microscópicas.



Fuente: elaboración propia basa en Cal y Mayor, R. (2008)

En relación con las variables macroscópicas del peatón, se identifican los siguientes: volumen peatonal, velocidad de caminata y densidad y espacio peatonal⁷.

En cuanto a las variables microscópicas, se puede decir que estas son conductas que definen el flujo peatonal desde cada individuo. Guío⁸ menciona entre las más importantes las siguientes: elipse corporal, ancho efectivo de caminata, formación de pelotones y grupos de peatones.

Es preciso mencionar que el tránsito peatonal se ve afectado también por muchos otros factores que tienen que ver con el medio ambiente, estado de ánimo del peatón, motivo del viaje, hora del día. Etc.

⁷ GUÍO, Fredy. Flujos peatonales en infraestructuras continuas: marco conceptual y modelos representativos. 2009.p13.

⁸ Ibid.p14.

Uno de los factores que tiene mayor influencia en el comportamiento peatonal es la infraestructura, debido a que una inadecuada red peatonal genera pérdidas de tiempo considerables y en algunas ocasiones riesgos de sufrir accidentes⁹.

En Colombia es usual ver que la estructura planteada para las ciudades presenta un modelo de cuadras extensas, con poco control de accesos, que facilita el aumento de velocidad de los vehículos, penalizando al peatón, al dificultarle un cruce seguro. A lo anterior se suma que los cruces peatonales controlados se encuentran en las intersecciones y el afán del transeúnte de realizar los viajes de la manera más corta, lo lleva a cruzar por la mitad de las cuadras, invadiendo así el espacio destinado para el vehículo y poniendo en riesgo su vida.

La Organización mundial de la salud, en el año 2016, dio a conocer que la principal causa de muertes, en personas entre los 15 y 29 años, son los accidentes de tránsito. Según esta organización, 3.500 personas mueren al día por siniestros de tránsito, dentro de las cuales la mayor parte son peatones, niños, ciclistas y ancianos.

Al observar los datos publicados por el Banco Mundial para el 2013, se encuentra que cada año en Colombia, alrededor de 5.500 personas mueren y 41.000 resultan heridas en accidentes viales. De acuerdo a estas cifras el índice de siniestralidad para el país es de 12.8 muertos por cada 100.000 habitantes. Dentro de los usuarios vulnerables se encuentran los peatones, los cuales según el fondo de prevención vial aportan el 30 % de las muertes involucradas con accidentes de tránsito.

Al analizar los datos entregados por el observatorio de seguridad vial de la Alcaldía Mayor de Tunja, en el convenio interadministrativo No. 054 de 2015 con la UPTC, para el 2012 se realizaron cerca de 360.000 viajes diarios, de los cuales el 42% fueron a pie. Ahora bien, las cifras para el total de accidentalidad en el año 2014 en Tunja fueron de 690 personas, 22 víctimas fatales en accidente de tránsito, de los cuales 9 de ellos fueron peatones: 1 persona menor de nueve años, 5 adultos y 3 adulto mayores.

Como se puede observar, el peatón es un usuario vulnerable, es quien menor importancia da a las normas de tránsito y en muchas ocasiones se ve obligado a realizar cruces a mitad de cuadra, por lo tanto, se hace necesario estudiar el concepto de *brecha* en los peatones, puesto que en los cruces no semaforizados y a mitad de cuadra, la única opción que tiene el peatón para cruzar la vía en medio de la interacción con el vehículo es la selección de una brecha. Esta tarea se hace difícil debido a que, según Roess et. Al¹⁰, uno de los problemas más complejos que se presentan en las vías, es la acción recíproca que existe entre el vehículo y el

⁹ GUIO, Fredy. Estudios y variables del flujo peatonal.p.30.

¹⁰ ROESS, Roger, PRASSAS, Elena y MCSHANE, William. Traffic engineering. Estados Unidos. 2011. 4 ed. P.22.

peatón, al punto que de esta relación se derivan un número considerable de accidentes de tránsito y muertes peatonales.

A continuación, se hace una descripción de algunos conceptos encaminándolos hacia el objetivo de este trabajo, para así tener una mejor claridad del contexto en el cual se trató el problema de análisis.

1.1.1. Cruces a mitad de cuadra: El peatón es propenso al cruce a mitad de cuadra cuando estas son extensas y el entorno incide para que realice esta acción. Sumado a esto, debido a que los cruces a mitad de cuadra no suelen contar con controles del tránsito, es común que las brechas aceptables escaseen en estos puntos, ocasionando que el peatón se vuelva cada vez más arriesgado a medida que el tiempo de espera aumenta, al punto que termina aceptando brechas poco adecuadas para realizar cruces seguros. De acuerdo con esto, se ha visto que los cruces a mitad de cuadra son puntos críticos en donde la probabilidad de atropellos aumenta, convirtiéndose entonces en el principal problema de la seguridad vial¹¹.

Por otro lado, se puede atribuir el accionar de un peatón de cruzar a mitad de cuadra, a las líneas de deseo, estas líneas, según la liga peatonal de México¹², se refieren al rastro físico o virtual que deja a su paso el usuario de la vía cuando se desplaza de un punto a otro, calculando intuitivamente la distancia más corta entre ellos. Visto desde una perspectiva psicológica, según Skinner¹³ se considera que la “conducta viene indicada por los estímulos que la preceden, moldeada y controlada por los estímulos reforzadores que le siguen”. Dicho en otras palabras, los seres humanos por naturaleza actúan de manera que sus actividades sean óptimas, esto explica un poco esa decisión de los peatones de tomar rutas distintas a las establecidas y cruzar por los lugares que acorten su camino, siendo en muchas ocasiones la mitad de la cuadra.

1.1.2. Comportamiento peatonal: El peatón como usuario de la vía, es tal vez quien actúa de manera más simple y descoordinada. Como señala Radelat¹⁴, generalmente el peatón es el más indisciplinado de los usuarios de la vía, esto le lleva a una particular situación de vulnerabilidad, ya que no existe una protección ante su posición en la vía, que lo salve de sufrir accidentes, y mucho menos cuando este tiene que hacer uso de infraestructuras que no se adecuan a sus necesidades, mientras realiza los desplazamientos.

¹¹ INSTITUTO DE RECURSOS MUNDIALES, Wri Ross centro para ciudades sostenibles. Ciudades seguras mediante el diseño. Versión 1.0. P.83.

¹² LIGA PEATONAL DE MÉXICO. 2017.

¹³ SKINNER, Frederic. Citado por Bandura, Albert. Pensamiento y Acción. Barcelona, Editorial Martínez Roca. 1987.

¹⁴ RADELAT, Guido. Principios de ingeniería de tránsito. 2003, p 14.

Uno de los principales motivos de accidentes de peatones, cuando los conductores no les ceden el paso, es su incapacidad para juzgar el espacio de seguridad al cruzar la carretera.¹⁵ Según observaciones de la psicóloga Anastasi¹⁶, las condiciones que aumentan la dificultad de las labores o actividades de un individuo, repercuten en su tiempo de respuesta haciéndolo más largo, además de elevar la probabilidad de error, entonces, se podría pensar que los peatones, al encontrarse en una encrucijada, como por ejemplo elegir el momento indicado de cruzar, pueden sentir presión y dificultad, que los lleva, en ocasiones, a tomar decisiones poco correctas.

1.1.3. Factores que afectan la decisión de cruzar: Cruzar la calle puede convertirse, para el peatón, en una tarea compuesta por una serie de factores propios del entorno y las características del flujo vehicular, así como también algunas características propias de cada uno de los peatones. Según Baltes y Chu¹⁷ el comportamiento de cruce de los peatones está determinado por las brechas disponibles que tengan para cruzar, el tiempo de cruce y el margen de seguridad, por otro lado, varios autores señalan que, sobre la decisión de cruce influyen factores como la edad, el sexo y el hecho de ir en grupo o caminar de manera individual. Jiménez señala que “El comportamiento peatonal es un proceso automático, que se ejecuta en paralelo con otras actividades, refleja las preferencias de conducta en función de la edad, experiencia, características de personalidad, estilos, entre otros”¹⁸, lo que lleva a pensar que en el momento en que un peatón se encuentra listo para cruzar, estas características mencionadas juegan un papel importante en la decisión y reacción que tome este.

Por otro lado, la edad determina la velocidad a la que el peatón camina, un peatón de edad avanzada, además de caminar más lento tarda más tiempo en tomar la decisión de cruce¹⁹, sin embargo, se ha encontrado que los sujetos de edad avanzada a la hora de cruzar caminan rápidamente o corren a través de la carretera, mientras que los jóvenes tiene más probabilidades de cruzar la carretera a una velocidad normal²⁰.

¹⁵ PAWAR, Digvijay *et al.* Analysis of dilemma zone for pedestrians at high – speed uncontrolled midblock crossing. 2015.p.1.

¹⁶ ANASTASI, Ane. Psicología aplicada. Citado por ELUTI, Manir. Estudio científico sobre la psicología del tránsito. 2008.

¹⁷ BALTES, M., CHU, X. Pedestrian Level of Service for Midblock Street Crossings. 2002.p.3.

¹⁸ JIMENEZ ROMERO, Diana. En: Comportamiento peatonal. Santiago de Chile. 2010. P. 3.

¹⁹ LOBJOIS, R y CAVALLO, V. Age-relative differences in Street-crossing decisions: the effects of vehicle speed and time constraints on gap selection in an estimation task . 2007.

²⁰ LIU, Yung-ching y TUNG,ying – cha chan. Risk analysis of pedestrians road – crossing decisions: Effects of age, time gap, time of day, and vehicle speed. 2013.

Schwebel et al.²¹ realizó un experimento virtual en el que simulaba el cruce de una calle a mitad de cuadra con tráfico en ambos sentidos, en este concluyó que los varones tienden a ser menos cuidadosos al cruzar, que las mujeres, de manera que el género es un factor influyente en la toma de la decisión, pues los peatones masculinos aceptan brechas más pequeñas que las mujeres debido a que tienden a tener comportamientos irresponsables²²

1.1.4. Margen de seguridad: Muchos estudios han tenido en cuenta el concepto de *margen de seguridad* para determinar, a partir de este parámetro, si el cruce fue realizado de manera segura o no. El margen de seguridad se define como la diferencia entre el tiempo disponible para que el usuario cruce la carretera y el tiempo exacto que necesita para cruzar de forma segura²³. Cuanto menor sea el margen de seguridad, mayor es el riesgo que se tiene en el cruce²⁴. A continuación se puede observar la definición de margen de seguridad, a partir de su ecuación, para tener así una mejor comprensión de este concepto.

Margen de seguridad = tiempo disponible para el cruce – tiempo que dura el cruce

1.1.5. Brecha peatonal: Se puede observar que la brecha entre peatones no es muy evidente debido a que el flujo peatonal es muy irregular y no responde a patrones definidos. Por esta razón, el concepto de brecha para el peatón se observa principalmente en la interacción vehículo – peatón, que se produce cuando la trayectoria del peatón se ve invadida por un vehículo en cualquier sentido de circulación de la vía, en este punto el concepto de brecha tiene una variación, ya que pasa a considerarse como la distancia entre el peatón y el vehículo que se aproxima en el momento en que el peatón comienza el cruce²⁵.

Existe un concepto asociado o derivado de la brecha que se conoce como brecha crítica. La figura 2 ilustra el concepto de brecha peatonal.

²¹ SCHWEBEL, David.; STAVRINOS, Despinada.; KONGABLE Elizabeth. Attentional control, high intensity pleasure, and risky pedestrian behavior in college students. 2009.

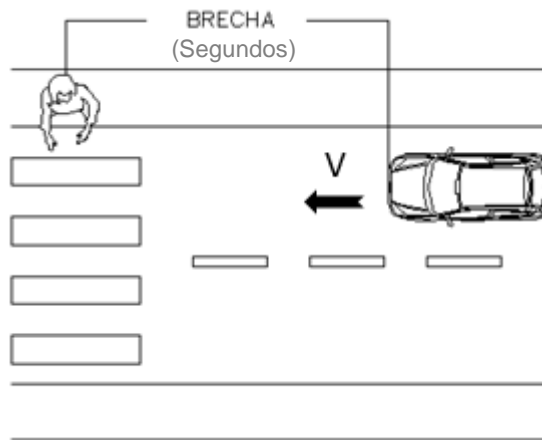
²² FERENCHAK, Nicholas N. Pedestrian age and gender in relation to crossing behavior at midblock crossings in India. Volume 3. Issue No 4. August 2016. p. 345-351

²³ OXLEY *et al.* Crossing road safety: an experimental study of age differences in gap selection by pedestrians. 2005.

²⁴ LIU, Yung-ching y TUNG ying – chan. Risk analysis of pedestrians road – crossing decisions: Effects of age, time gap, time of day, and vehicle speed. 2012.

²⁵ ROESS, Roger, PRASSAS, Elena y MCSHANE, William. Traffic engineering. Estados Unidos. 2011. 4 ed. P.23.

Figura 2. Diagrama de brecha peatonal.



Fuente: elaboracion propia.

1.1.6. Brecha crítica peatonal: La brecha crítica se puede definir como el espacio mínimo de tiempo en segundos que acepta un peatón para realizar un cruce seguro, sin embargo, a menudo los peatones juzgan mal la brecha, especialmente en las secciones de alta velocidad, lo cual resulta en accidentes²⁶.

El HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM 2010) utiliza el término de avance crítico, el cual define como “el tiempo en segundos por debajo del cual un peatón no intentará comenzar a cruzar la calle”.

1.2. MARCO ESPACIAL

El presente estudio se desarrolló en Tunja en dos tramos de dos de los principales corredores viales: la avenida Norte y la avenida Maldonado, teniendo en cuenta que, según los datos mencionados, gran parte de los viajes realizados en esta ciudad se hacen a pie, adicional a esto, las características físicas de las avenidas seleccionadas y las características del entorno en que se encuentran, pertenecen a puntos de atracción como centros de comercio, colegios, centros de salud entre otros que pueden ser causa de cruces a mitad de cuadra.

²⁶PAWAR, Digvijay *et al.* Analysis of dilemma zone for pedestrians at high – speed uncontrolled midblock crossing. 2015.

1.3. ESTADO DEL ARTE:

A continuación, se presentan una serie de estudios e investigaciones realizadas a nivel internacional, nacional y regional, sobre la observación de los peatones, tanto en su comportamiento en la vía, como algunos factores que afectan su decisión y actuar en el momento de cruzar la carretera, en condiciones de flujo vehicular típicas de cada uno de los sitios en donde fueron estudiados.

Di prieto y King (1970) realizaron un estudio en el cual concluyeron que las brechas más cortas fueron aceptadas por peatones que se encontraban en grupo, caso contrario a los peatones que iban de manera individual. También encontró que la distancia mínima aceptable en un único flujo de tráfico es de 3,0 segundos o 75 pies. Zegeer et al. (2001) investigaron sobre los efectos de seguridad de los cruces peatonales marcados en tramos de carretera no controlados, los resultados revelaron que los pasos de peatones señalizados se asociaron con una mayor tasa de accidentes de peatones en comparación con los pasos de peatones sin marcar.

Un estudio realizado por Oxley et al (2005) mostró que los peatones aceptan brechas basándose en la distancia del vehículo en lugar de la hora de llegada. El efecto se realizó a partir de la observación de peatones agrupados en 3 rangos de edad: 30-40 años, 60- 69 años y mayores de 75. Brewer et al (2006) realizaron un análisis estadístico el cual reveló que el percentil 85 de las brechas aceptadas fue entre 5.3 y 9.4 segundos, de acuerdo a esto concluyó que la velocidad de los peatones afecta a la aceptación de brecha en la mayoría de estos. Yannis et al (2013) desarrollaron un modelo de regresión logística para examinar el efecto de la brecha de tráfico y otros parámetros de decisión de los peatones por cruzar la calle. Los resultados revelaron que la decisión se ve afectada por la distancia de los vehículos entrantes y los tiempos de espera de los peatones.

Liu y Tung (2013) realizaron un estudio en el cual le pidieron a un grupo de participantes, conformado por 16 jóvenes entre 24 y 29 años y 16 mayores entre 61 y 79 años, que se situaran en el centro de tres Monitores que proyectaban tres escenarios de cruce sucesivos y pulsaran la barra espaciadora, primero al iniciar la película y luego para indicar el último momento en que sentía que podía cruzar la calle, también se realizó una prueba de velocidad de caminata en la cual se encontró que los peatones de edad avanzada tomaban en promedio 8.46 segundos caminando una longitud de 10 metros, mientras que los peatones jóvenes fue de 6.59 segundos, demostrando así que las personas de edad avanzada son más lentos que los jóvenes. Se encontró que los peatones de edad avanzada juzgan subjetivamente el tiempo que requieren para cruzar la calle pues toman una decisión similar que los peatones jóvenes, lo cual demuestra que los peatones mayores no tienen plena conciencia que su capacidad de caminar había disminuido, esto

repercute en el margen de seguridad haciendo que esta sea relativamente menor, es decir un mayor riesgo de cruce.

Pawar y Patil (2015) revelaron que la aceptación de brecha de peatones, en los cruces de calle a mitad de cuadra, se ve altamente afectada por la velocidad y la distancia del vehículo que se aproxima, también observaron que entre más pequeño es el vehículo en conflicto, más pequeña es la brecha que aceptan los peatones. Onelci y Alver (2015) realizaron un estudio en Izmir, Turquía en el cual se examinaron los efectos de la edad, el género, el cruce individual o en grupo, el porte o no de objetos y la velocidad del vehículo en sentido contrario, en la selección de la brecha. El principal hallazgo de este estudio es que los peatones basan su decisión de cruce en la distancia en lugar del intervalo de tiempo, por otro lado, en contraste con varios estudios, la edad no reveló un efecto significativo; esto podría ser resultado de la cantidad limitada de los peatones de edad avanzada en las zonas de cruce observadas, también se encontró que la velocidad es la variable más determinante en la percepción y determinación de la brecha.

Pawar y patil (2016) realizaron un estudio en la India, en donde observaron la brecha crítica para peatones, a mitad de cuadra, en vías de alta velocidad, allí tomaron datos a partir de cámaras de video y aplicaron métodos determinísticos y probabilísticos para determinar los valores de brecha temporal y espacial. Encontraron que la probabilidad de aceptar la brecha espacial disminuyó con el aumento de la velocidad del vehículo en conflicto. Basándose en la prueba Kolmogorov Smirnov, observaron que tanto las brechas temporales como las espaciales en los cruces de estudio seguían una distribución Log-normal. También concluyeron, de acuerdo a los hallazgos obtenidos, que el HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM 2010) subestima el nivel de servicio en los cruces.

Echeverry et al. (2005) en su estudio *Actitudes y comportamientos de los peatones en los sitios de alta accidentalidad en Cali*, determinaron que las personas de más de 59 años constituyen el grupo de menor riesgo, debido a que presentan un comportamiento más seguro al utilizar las facilidades peatonales para cruzar en los sitios de mayor accidentalidad en Cali, Colombia.

Guío (2010) en su investigación *Flujos peatonales en infraestructuras continuas: marco conceptual y modelos representativos*, presenta los principales modelos de flujo utilizados en Ingeniería de Tránsito, para determinar la capacidad y nivel de servicio de las facilidades peatonales. También realiza una revisión de las técnicas para caracterización de flujos peatonales en infraestructuras de flujo continuo. En este estudio se encontró que los modelos más utilizados se basan en las relaciones entre variables macroscópicas de flujo (volumen, velocidad de caminata y densidad o espacio peatonal), además señala que, en Colombia, las políticas de planificación urbana deben prever las condiciones de servicio de la infraestructura peatonal, esto

hace necesario el desarrollo de metodologías que incorporen características propias del entorno.

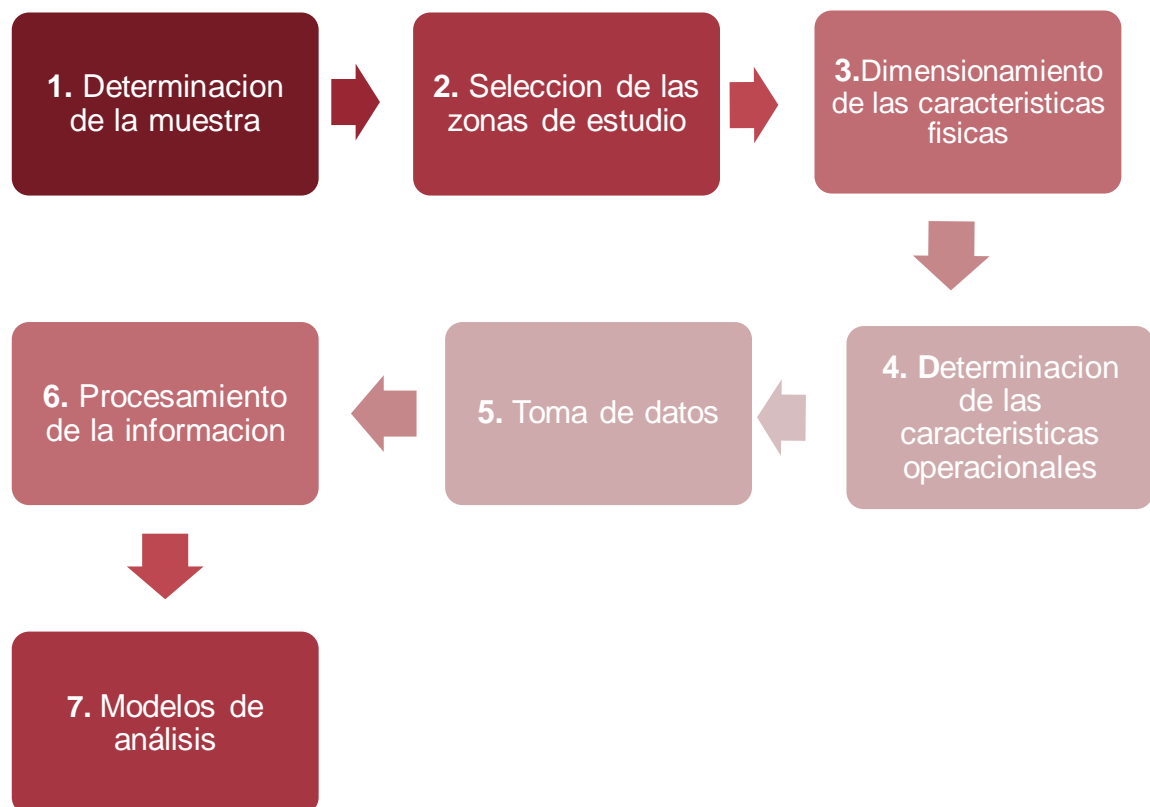
Guio y Poveda (2016) realizaron un estudio de variables microscópicas en la velocidad de caminata en donde se hicieron mediciones de velocidad de caminata, de una muestra de 1.440 peatones en la ciudad de Tunja - Colombia, observando variables microscópicas como edad y género, porte de objetos y caminata en grupos, así como variables del entorno como tipo de zona, estado de la acera y pendiente longitudinal, también se calibró y validó un modelo de regresión múltiple que permite predecir la velocidad de caminata en función de estas variables. De esta investigación concluyeron que las variables Edad y Género son significativas en la velocidad de caminata, así como también el ancho efectivo de las aceras, el cual tiene relación directa con la densidad y el volumen peatonal. También encontraron que el modelo calibrado muestra que el porte de paquetes en la mano, así como el caminar en grupo, reduce la velocidad de caminata de los peatones y que en el diseño de cruces peatonales en la ciudad, puede utilizarse un valor de 0,85 m/s, que corresponde al percentil 85 de la velocidad de caminata en las categorías de peatones vulnerables, por otra parte encontraron un resultado inesperado en cuanto a la variable tipo de zona, la cual muestra un coeficiente con signo negativo, por lo que en las zonas estudiantiles se observa una menor velocidad media con respecto al centro de la ciudad.

2. DISEÑO METODOLÓGICO

Para cumplir con los objetivos propuestos de este trabajo, se diseñó una metodología basada en la recolección de información a partir de videos en las zonas de estudios, en puntos estratégicos que no afectaran el comportamiento típico de las personas.

A continuación, se presenta un diagrama en el cual se observa de manera gráfica las etapas de la metodología.

Figura 3. Diseño metodológico



Fuente: elaboración propia.

2.1. DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

La muestra se determina inicialmente a partir de una desviación estándar asumida de 2.95 segundos, un error de 0.5 segundo y un $Z_{\alpha/2}$ de 1.96 para 95% de confianza, en seguida, con la totalidad de los videos se extrae la información empleando un software de edición. De esta extracción se obtiene el número de brechas tanto rechazadas como aceptadas, y con estas últimas se recalcula la muestra a partir de la media y posterior desviación estándar de los datos, que verifica que el número de brechas obtenidas para un error determinado es significativo. Para los cálculos mencionados se hace uso de la ecuación para muestra aleatoria tomada de una población infinita, la cual se presenta a continuación.

$$n \geq \left(\frac{Z_{\alpha/2} * S}{e} \right)^2$$

Donde:

n= Muestra.

Z= valor de la variable aleatoria.

Z de la distribución normal estándar para un nivel de confianza 1- α .

S = Desviación estándar.

e= Error de muestreo.

Al recalcular la muestra a partir de cada una de las calzadas de las avenidas se obtuvo los resultados presentados en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de muestra para cada calzada

	Avenida Maldonado		Avenida Norte	
	Calzada N-S	Calzada S-N	Calzada N-S	Calzada S-N
MUESTRA n	142	137	286	134
$Z_{\alpha/2}$	1.96	1.96	1.96	1.96
S	3.05	2.98	4.31	2.95
e (seg)	0.50	0.50	0.50	0.50

Fuente: elaboración propia.

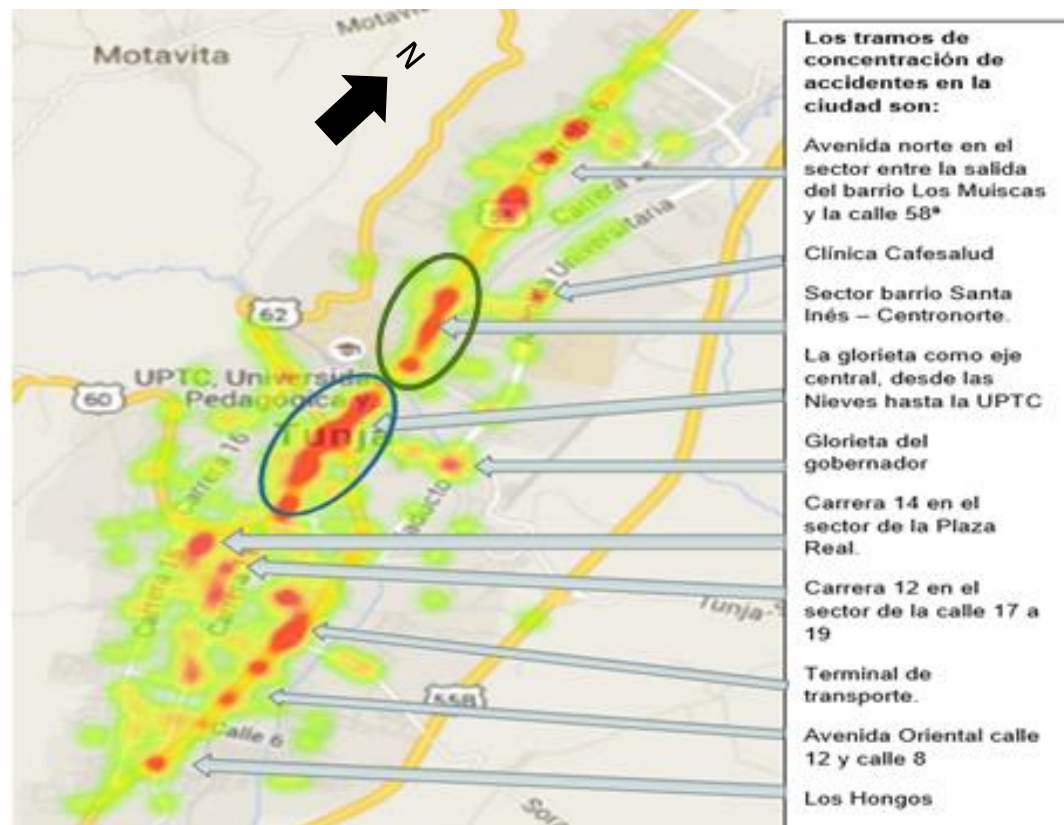
Paso seguido se clasifica la información de acuerdo a la distinción de género, edad (niño, joven, adulto, adulto mayor), paso en grupo o individual, lleva paquetes o no, va acompañado de niños o no y de esta manera se realiza el análisis de los resultados.

2.2. SELECCIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

Como primera medida se evaluaron las posibles zonas que serían objeto de observación de acuerdo a criterios basados en los datos existentes de accidentalidad sobre los principales corredores viales de la ciudad de Tunja. Además, para la selección de estas zonas se tuvieron en cuenta factores como las características físicas, entorno socioeconómico y observaciones de campo.

Teniendo los datos arrojados por el observatorio de seguridad vial de Tunja 2005-2014, se encontró un mapa en el cual se presenta la localización de sitios críticos de accidentalidad demarcados en rojo. Al analizar estas demarcaciones, se tiene que las más extensas y pronunciadas son las que se sitúan sobre la avenida norte entre el barrio Santa Inés y Centro norte y en el sector desde la UPTC hasta las Nieves, las cuales se encuentran encerradas en azul sobre la figura 4.

Figura 4. Accidentes totales en el año 2014.

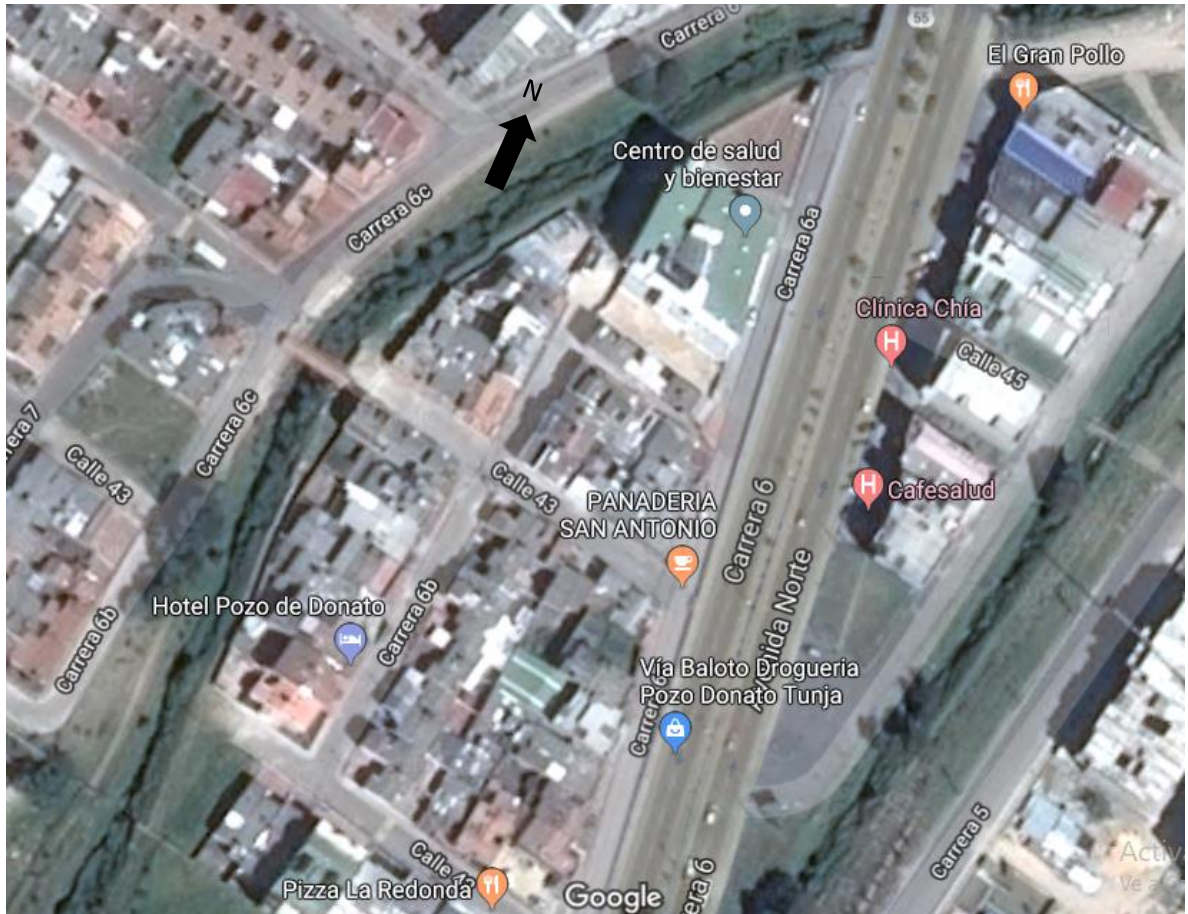


Fuente: observatorio de seguridad vial de Tunja 2015

De acuerdo con lo anterior, se tomaron dos puntos sobre las vías arterias, uno en la Avenida Norte entre calles 46 y 47 a la altura de la clínica Donato y otro sobre la Avenida Maldonado en el tramo entre la transversal 11 y la diagonal 38 entre

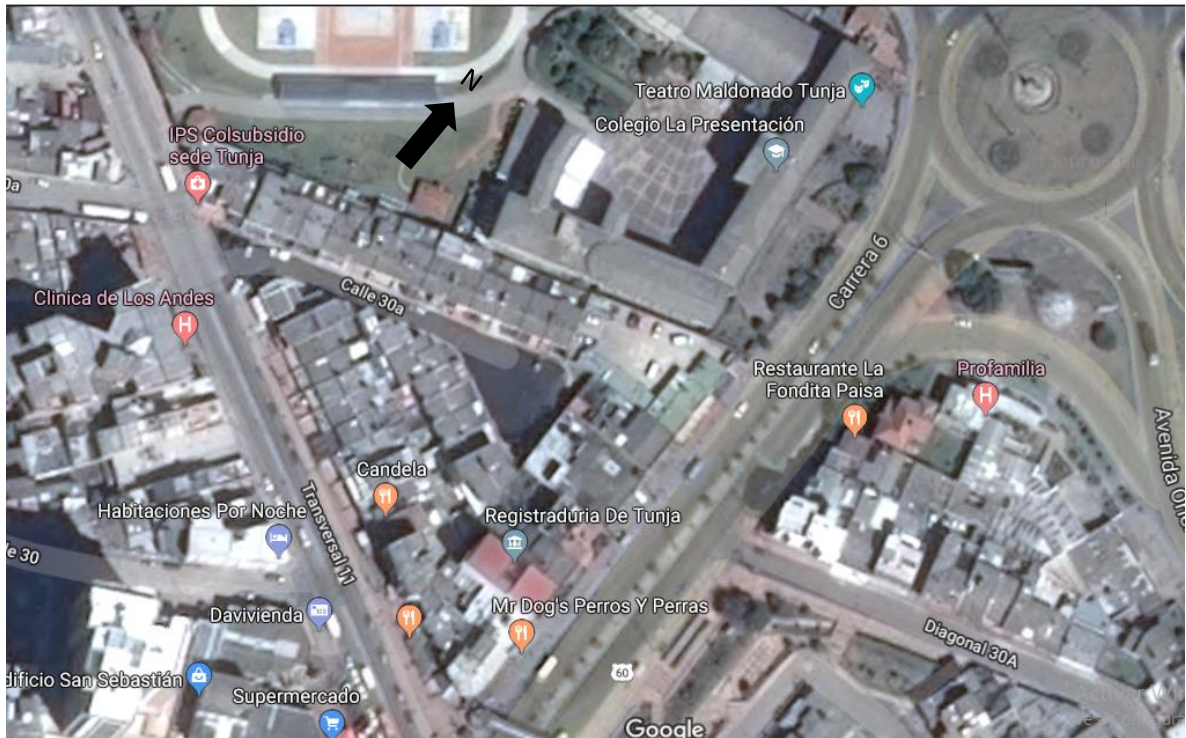
glorietas. Las dos avenidas tienen como sección una doble calzada con separador y no existe controlador de paso peatonal. Además, en estos puntos se concentra un alto flujo de peatones debido a que allí se encuentran ubicadas instituciones educativas, centros de salud y administrativos, sitios de comercio y residenciales. Para tener una mayor claridad de la ubicación de los puntos seleccionados, a continuación, se muestran imágenes tomadas a partir de Google Maps.

Figura 5. Avenida Norte



Fuente: elaboración propia, a partir de Google Maps. Image©2018 CNES/Airbus

Figura 6. Avenida Maldonado



Fuente: elaboración propia, a partir de Google Maps. Image©2018 CNES/Airbus

2.3. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE CADA UNO DE LOS PUNTOS DE ESTUDIO.

Para realizar la caracterización física se hizo un levantamiento de medición de la sección en planta de las dos avenidas que fueron seleccionadas para la observación de este estudio utilizando un distanciómetro.

2.4. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES.

Las características operacionales peatonales se determinaron a partir de la recolección de la muestra, agrupándola de esta manera en dos clasificaciones, por edad y por género, luego se realizó el cálculo de las proporciones de cada una de estas en porcentaje obteniendo de esta manera la proporción de jóvenes, adultos, adulto mayor y niños, así como la de mujeres y hombres.

Por otro lado, debido a que la brecha peatonal, se ve afectada directamente por el tránsito vehicular, puesto que, está se presenta cuando el peatón invade el espacio destinado para los vehículos con el fin de concretar un cruce, se realizó una caracterización del tránsito vehicular, para la cual se recolectó la información por medio de aforos en el mismo horario en el que se realizaron los videos de los que

se extrajo la información de los peatones y brechas (días jueves de 9:00 am a 1:00 pm). A partir de la información recolectada se determinó la composición vehicular, hora de máxima demanda para de las avenidas en los puntos de estudio y el factor de hora pico.

2.5. TOMA DE DATOS

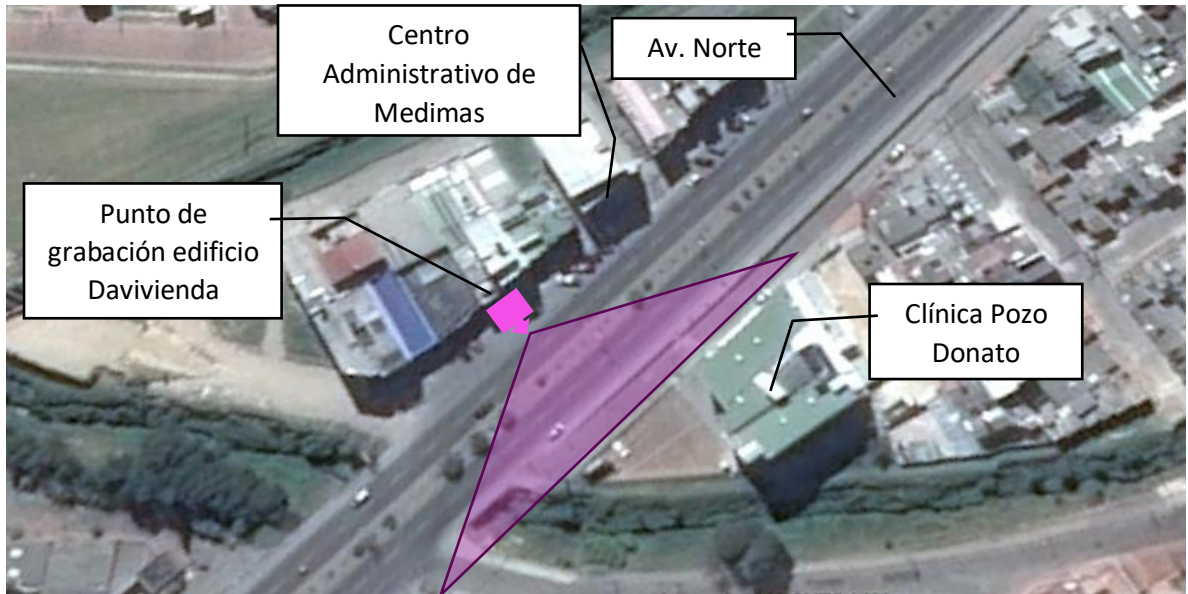
Seleccionados los lugares en los cuales se instalaron las cámaras de video, se procedió con las grabaciones, que fueron tomadas en las horas de máxima demanda peatonal (9 am a 1 pm) en estos puntos. Para esta actividad se utilizó una cámara de video instalada de manera estratégica con el fin de tener la mayor cobertura posible como se observa en las figuras 7 y 8.

Figura 7. Ubicación de la cámara sobre la avenida Maldonado.



Fuente: Elaboración propia con base en Google Earth PRO. Avenida Maldonado. Image©2018 CNES/Airbus ©2018.

Figura 8. Ubicación de la cámara sobre la avenida norte.



Fuente: Elaboración propia con base en Google Earth PRO. Avenida Maldonado. Image©2018 CNES/Airbus ©2018.

En las figuras 7 y 8 es posible observar que para el caso de la avenida norte la cámara fue ubicada a un costado de la vía en el sentido sur- norte, en el edificio de Davivienda y para el caso de la avenida Maldonado la cámara se estableció sobre el puente peatonal que allí se encuentra, sin embargo, este detalle no afectó la medición de las brechas peatonales ya que hubo un buen rango de visualización en ambos casos.

Para la toma de video se utilizó una cámara JVC de 230 K pixeles y un área de grabación de 750.000 a 1.250.000 píxeles

2.6. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN:

De los videos obtenidos en la toma de información, se extrajeron las brechas peatonales que se presentaban en los lugares de observación, esta extracción se realizó a partir del software de edición de video Sony Vegas Pro 14.0 y procesada en una hoja de cálculo programada por los autores en donde se clasifica cada una de las brechas de acuerdo a características como género, rango de edad, cruce grupal o individual, con paquetes o sin ellos y acompañados de niños o no, en este formato también se calcula el margen de seguridad y se registran las brechas rechazadas para cada uno de los casos, así como el tiempo de cruce. En la figura 9 se puede observar el formato principal de clasificación de la información.

Figura 9. Formato principal de clasificación de la información.

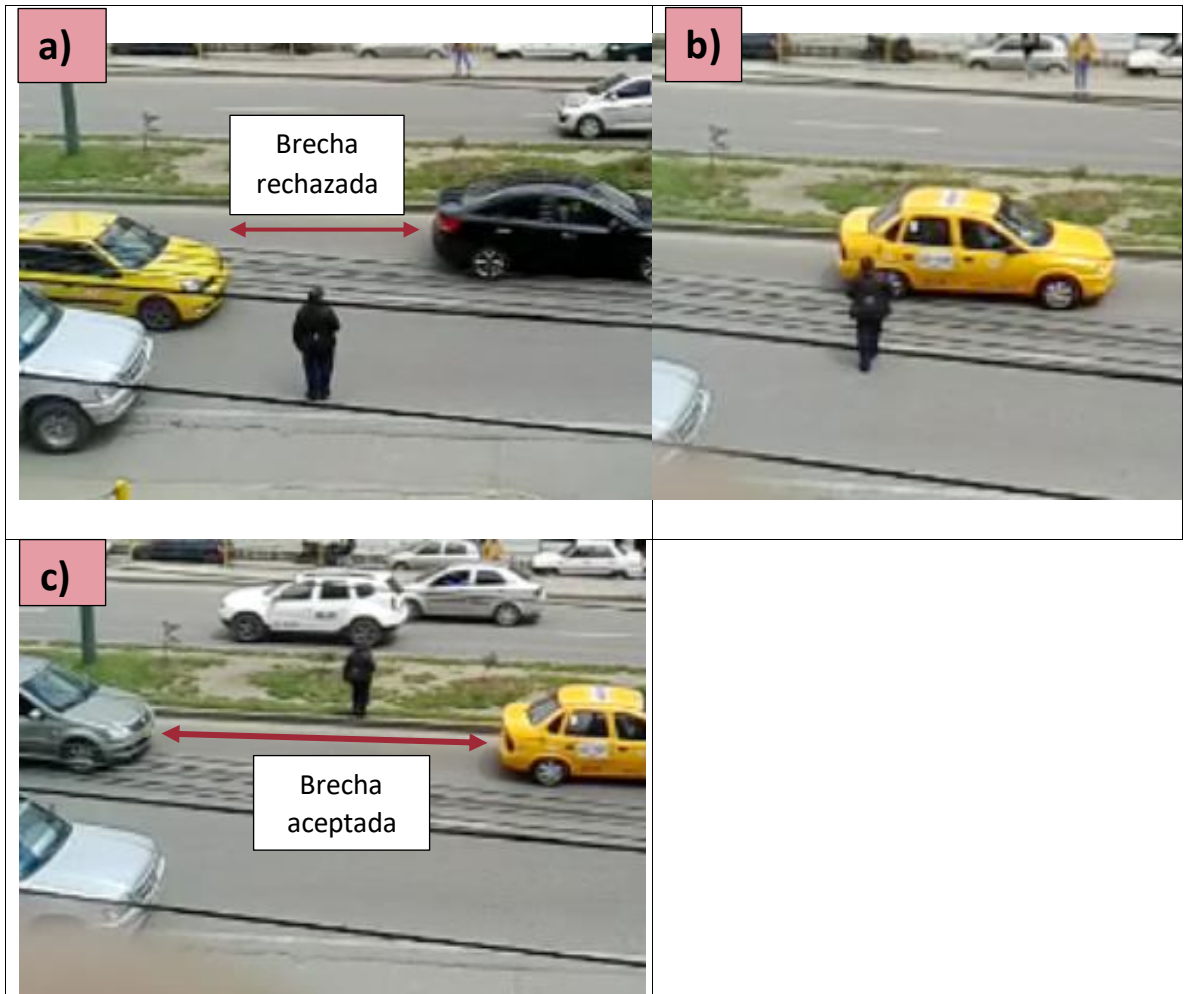
ORIGEN	RECHAZADA	RECHAZADAS	BRECHA	BRECHA	BRECHA	MARGEN SEGURIDAD		CRUCE	GENERO		RANGO DE EDAD				CON	CON NIÑOS
DESTINO	S N-S	S-N	Acep. N-S	Acep. S-N	TOTAL	C.N-S	C.S-N	GRUPO	M	F	N	J	A	G	PAQUETES	

Fuente: elaboracion propia.

En el formato se observa que le rango de edad se clasifica como niños (N), joven (J), adulto (A) y adulto mayor (G).

El proceso de extracción de la brecha comienza cuando en el video, el peatón se encuentra listo para realizar el cruce e inicia la espera, en la figura 10 en la sección a) podemos ver que la mujer está en el costado oriental de la calzada observando y juzgando cada una de las brechas que se presentan, luego se observa que acepta una brecha adecuada para su juicio en el tiempo 0:0:15:21 en donde inicia el cruce como se observa en la sección b) de la figura 10, finalmente el peatón llega al separador en el tiempo 0:0:18:27, de esta manera es posible calcular el tiempo de caminata, operando la diferencia en valor absoluto del tiempo de inicio de cruce y el tiempo que termina el cruce y llega al separador, el cual es 3.2 segundos. Luego se calcula la brecha aceptada operando la diferencia en valor absoluto del tiempo en que inicia el que cruce y el tiempo en que se termina la brecha como se observa en la sección c) de la figura 10, para este caso 0:0:20:26, siendo esta entonces la brecha aceptada de 5.17 segundos.

Figura 10. Extracción de la información.



Fuente: elaboración propia, a partir del software Sony Vegas Pro 14.0

2.7. MODELO DE DETERMINACIÓN DE LA BRECHA CRÍTICA

Para la determinación de la brecha crítica se tomó el modelo de distribución acumulativa de brecha, el cual consiste en graficar el porcentaje de brecha acumulada rechazada / aceptada vs tiempo, de esta manera se obtiene un punto de intersección entre la curva de brecha aceptada y la curva de brecha rechazada, es el punto se encuentra el valor de la brecha crítica, puesto que se produce una indecisión en el peatón. A continuación, se presentan un ejemplo del procedimiento para obtener el modelo de determinación de la brecha crítica.

Tabla 2. Obtención del modelo de determinación de brecha crítica.

N-S					
RECHAZADAS	ACEPTADAS	RECHAZADAS		ACEPTADAS	
3.71	15.52	100	6.47	0	2.40
2.46	15.80	99	5.39	1	3.59
0.92	16.24	98	4.94	2	3.79
1.29	6.44	97	4.48	3	4.08
3.5	7.60	96	4.33	4	4.12
2.46	16.12	95	4.19	5	4.21
1.71	7.80	94	4.11	6	4.47
1.67	16.80	93	3.92	7	4.48
2.67	4.68	92	3.85	8	4.50
3.38	3.80	91	3.71	9	4.59
2.17	9.20	90	3.53	10	4.63
1.46	6.64	89	3.50	11	4.64
3.5	4.64	88	3.46	12	4.66

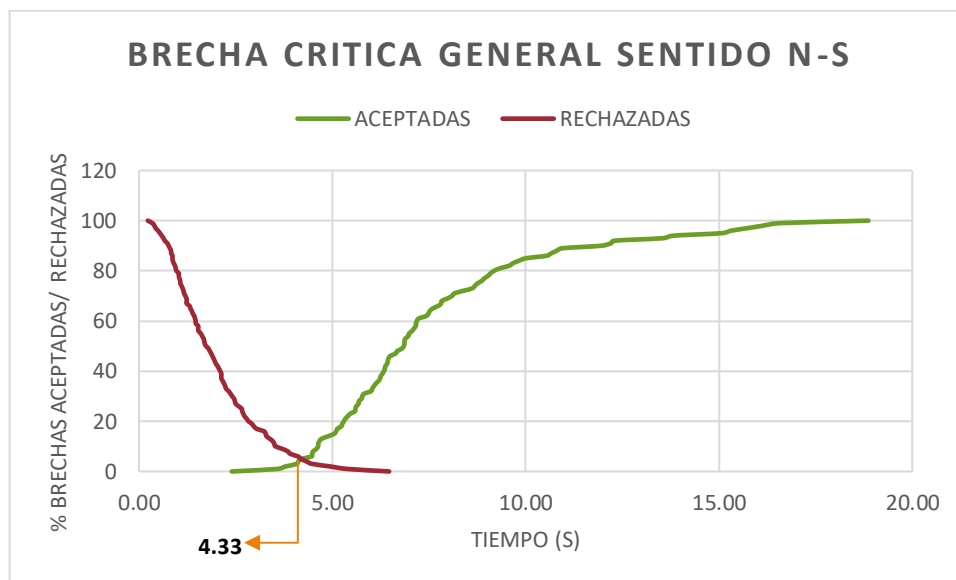
Fuente: elaboración propia.

Se observa en la tabla 2 que los recuadros rojos pertenecen a los percentiles de brechas rechazadas y brechas aceptadas, y los recuadros azules pertenecen a las brechas correspondientes al percentil que se encuentra en frente, estos percentiles van de 100 a 0 para el caso de las rechazadas y de 0 a 100 para el caso de las brechas aceptadas.

Luego de obtener estos valores se grafican las brechas correspondientes a los percentiles tanto de rechazadas como aceptadas vs los percentiles de las brechas aceptadas, es decir, para el caso de la primera fila se grafica el valor de 6.47 (brecha rechazada) contra el percentil cero de las brechas aceptadas y el valor de 2.40 (brechas aceptadas) contra el percentil cero de las brechas aceptadas. Lo anterior quiere decir que el cero porciento de las personas rechazan una brecha de 6.47 segundos y cero porciento de las personas aceptan una brecha de 2.40 segundos.

De esta manera se obtiene finalmente la gráfica que se muestra en la figura 11, en donde se produce un intercepto de las curvas, el cual se define como brecha crítica, para este caso de la brecha crítica general para la avenida Maldonado es de 4.33 segundos.

Figura 11. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles.



Fuente: elaboración propia

3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en cuanto a las características físicas, operacionales tanto vehiculares como peatonales, la determinación de la brecha crítica para cada una de las clasificaciones edad, género, cruces en grupo o individual y cruces en con paquete o sin ellos, además de un análisis general. Es importante aclarar que la categoría *con niños* y el factor *niños* dentro de la categoría edad, no tuvieron en cuenta para el análisis, debido a la poca o nula frecuencia de estos cruces dentro de la toma de datos, haciendo de esta manera que la muestra no fuese la suficiente (más de 30 datos).

3.1. ANÁLISIS GENERAL

Para analizar los datos extraídos de cada una de las calzadas de las dos avenidas seleccionadas para el estudio, como primera medida se realizó una prueba de normalidad empleando el software MINITAB 16, con el fin de verificar la distribución a la que se ajustan. En las figuras 12, 13 y 14 se muestran las gráficas con los resultados arrojados por el software.

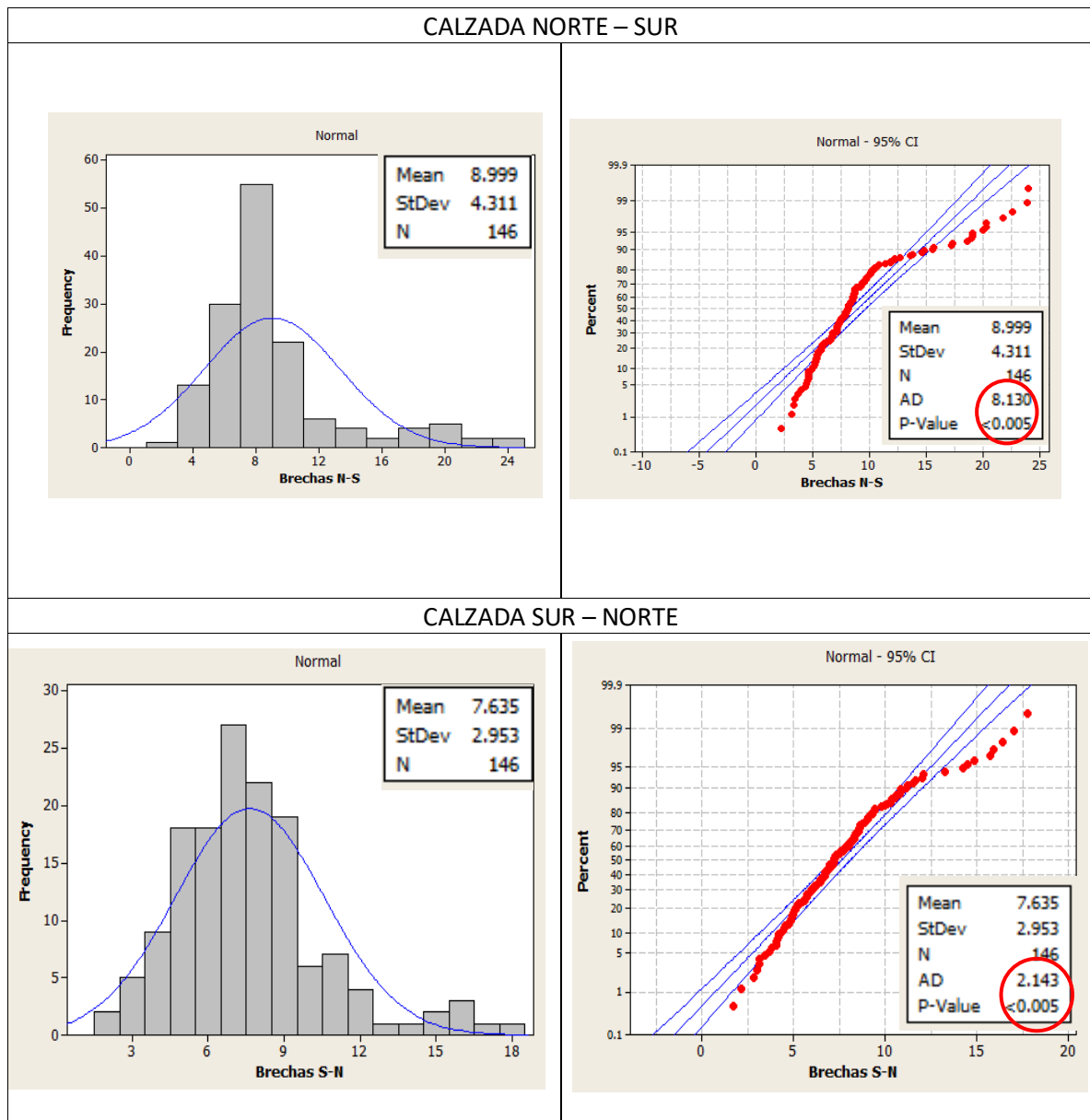
En la figura 12 se pueden observar los histogramas realizados a partir de los datos obtenidos en la avenida Norte, los cuales dan a entender que estos no se ajustan a una distribución normal.

En la misma figura justo al lado de cada histograma se presenta la prueba de normalidad realizada a cada uno de los grupos de datos, que confirma que estos no se ajustan a la distribución normal, debido a que el estadístico Anderson – Darling (AD), es un valor muy grande y según la teoría para garantizar que los datos se ajustan a una distribución particular, el valor de AD debe acercarse a cero o ser mínimo.

Por otro lado, el valor de P es menor de 0.05, lo que quiere decir que los datos no siguen una distribución normal, puesto que la prueba se realizó al 95% de confianza, y para aceptar la hipótesis de que los datos se ajustan a la distribución normal el nivel de significancia debe ser mínimo del 5%.

Los valores que se encontraron de AD y de P para cada una de las series de datos de la avenida Norte se encuentran resaltados en la figura 12 con un círculo rojo.

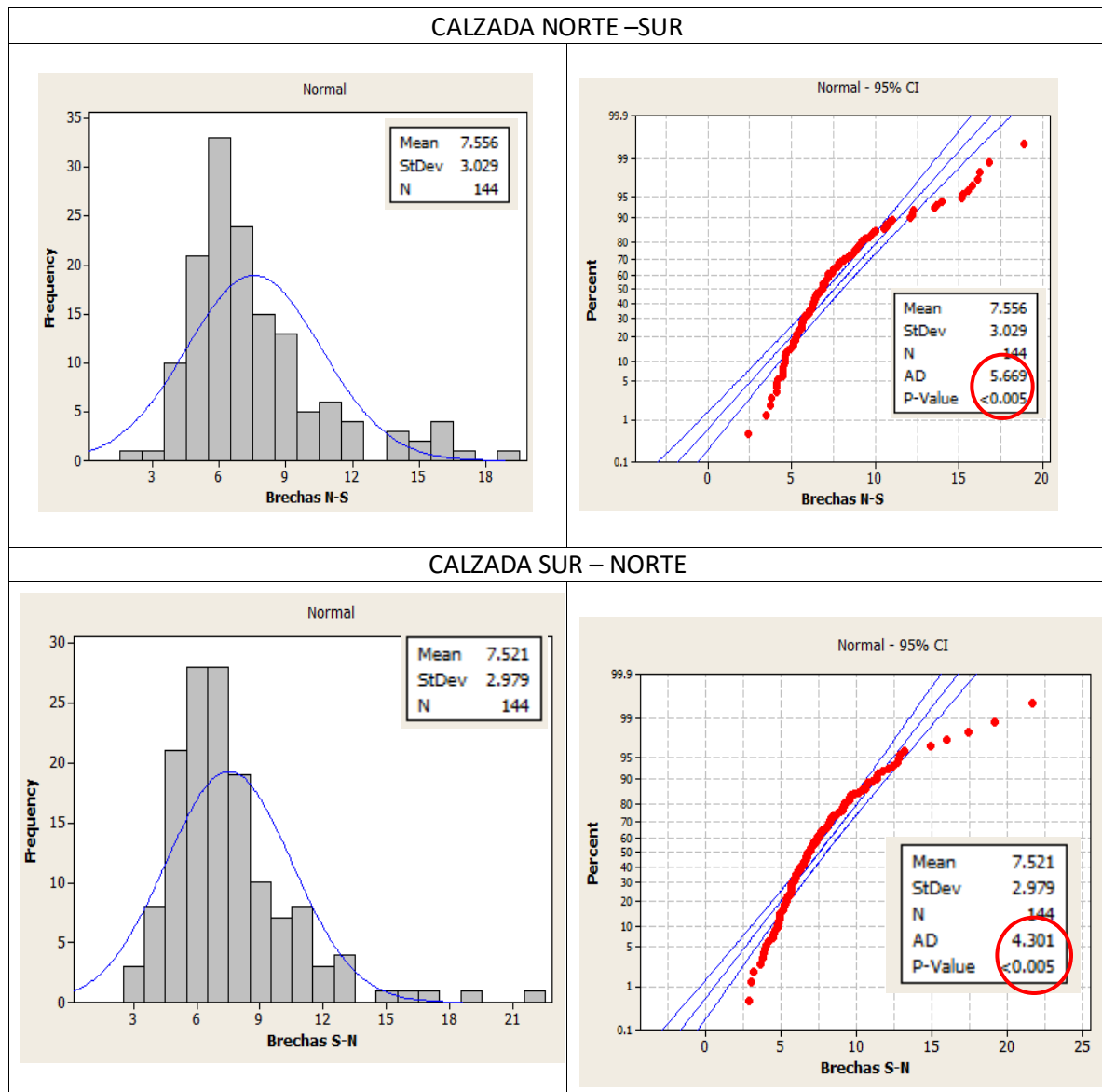
Figura 12. Prueba de normalidad avenida Norte.



Fuente: elaboracion propia, a partir de MINITAB 16.

En la figura 13 se puede observar que los datos obtenidos en la avenida Maldonado no se ajustan a una distribución normal, debido a que, al realizar los histogramas correspondientes a cada una de las series de datos, estos presentan una dispersión mayor a la que se requiere para que los datos se ajusten. Adicional a los histogramas también se presenta la prueba de normalidad que comprueba que los datos no pertenecen a la distribución normal, debido a que los valores del estadístico de Anderson – Darling son muy elevados y los valores de P (resaltados en un círculo rojo) son menores a 0.05.

Figura 13. Prueba de normalidad avenida Maldonado.



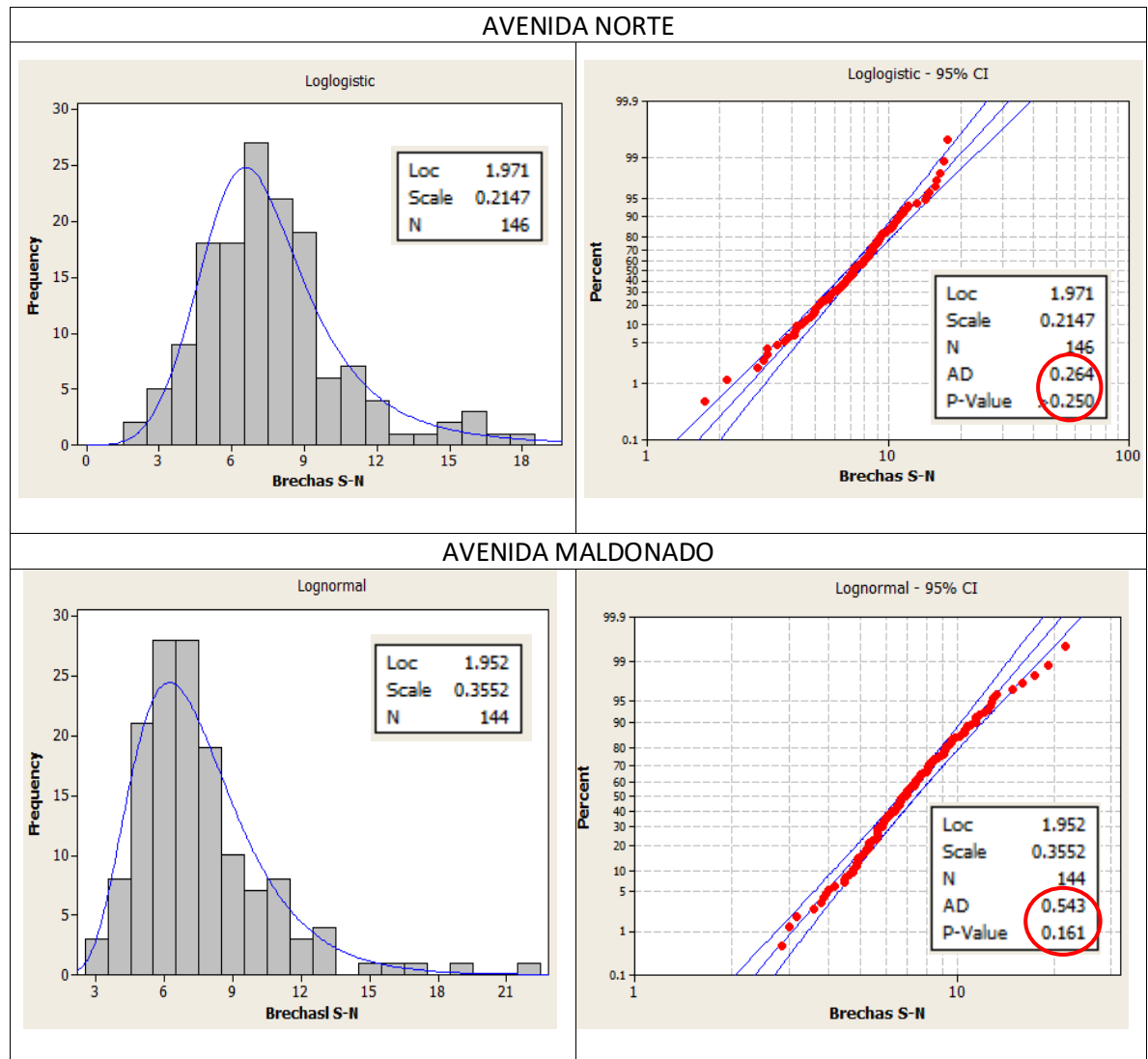
Fuente: elaboracion propia, a partir de MINITAB 16.

Al realizar la prueba de bondad de ajuste a los datos, con otras distribuciones se encontró que, los datos obtenidos de la avenida Norte en la calzada norte – sur al igual que los obtenidos de la avenida Maldonado en el mismo sentido de circulación vehicular, no siguen ningún tipo de distribución conocida.

En cuanto a los datos obtenidos en el otro sentido de circulación vehicular (sur – norte), se puede observar en la figura siguiente que los datos recolectados en la avenida Norte se ajustan a la distribución loglogistic y los obtenidos en la avenida Maldonado se ajustan a la distribución lognormal. Lo anterior se puede verificar

observando el valor del estadístico AD y el valor P de cada una de las series de datos.

Figura 14. Pruebas de bondad de ajuste avenida Norte y avenida Maldonado en la calzada sur – norte.



Fuente: elaboracion propia, a partir de MINITAB 16.

Como se puede observar en las figuras anteriores, ninguno de los cuatro grupos de datos obtenidos de la recolección, se ajustan a la distribución normal, sumado a esto, cada una de las series de datos, obedece a una distribución diferente. Por las razones mencionadas, la ecuación con la cual se calculó la muestra no tiene validez, debido a que esta ecuación se basa en el supuesto de que la distribución de los datos es normal, esto ocasiona que el análisis se vuelva complicado, puesto que,

se hace necesario determinar la muestra a partir de tipos de probabilidad que no se encuentran al alcance de los autores.

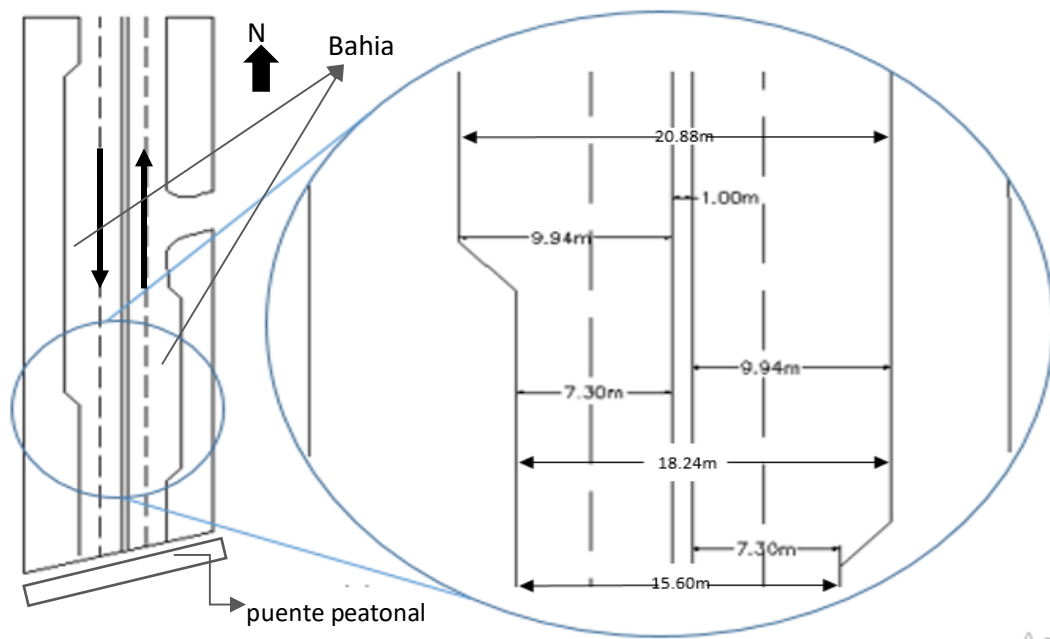
Como consecuencia de lo mencionado anteriormente, el análisis de los datos se realiza a partir de la regla de la probabilidad que menciona que deben tenerse mínimo treinta datos para hacer un estudio estadístico, por esta razón las muestras que se tomaron fueron de 144 para las dos calzadas en la avenida Maldonado y de 146 para las calzadas de la avenida Norte.

3.2. CARACTERIZACIÓN

La caracterización se realizó desde la perspectiva física; en donde se obtuvo la sección transversal y la vista en planta de las dos avenidas en estudio, y desde la perspectiva de lo operacional, determinado las características relacionadas con los vehículos y los peatones en cuanto a volúmenes, velocidad y proporciones.

3.1.2. Características físicas: Realizada la caracterización física de la avenida Maldonado se encontró que esta cuenta con un separador de un metro, dos calzadas cada una de 7.30 metros, cada calzada cuenta con una bahía de 2.64 metros, conformando así una sección transversal entre bahías de 20.88 metros; 15.6 metros de sección transversal en los lugares donde no existen bahías y de 18.24 metros en los lugares donde existe bahía a un solo costado, también se observó un puente peatonal a 30 metros aproximadamente. La figura 15 se muestra la sección en planta de la avenida Maldonado.

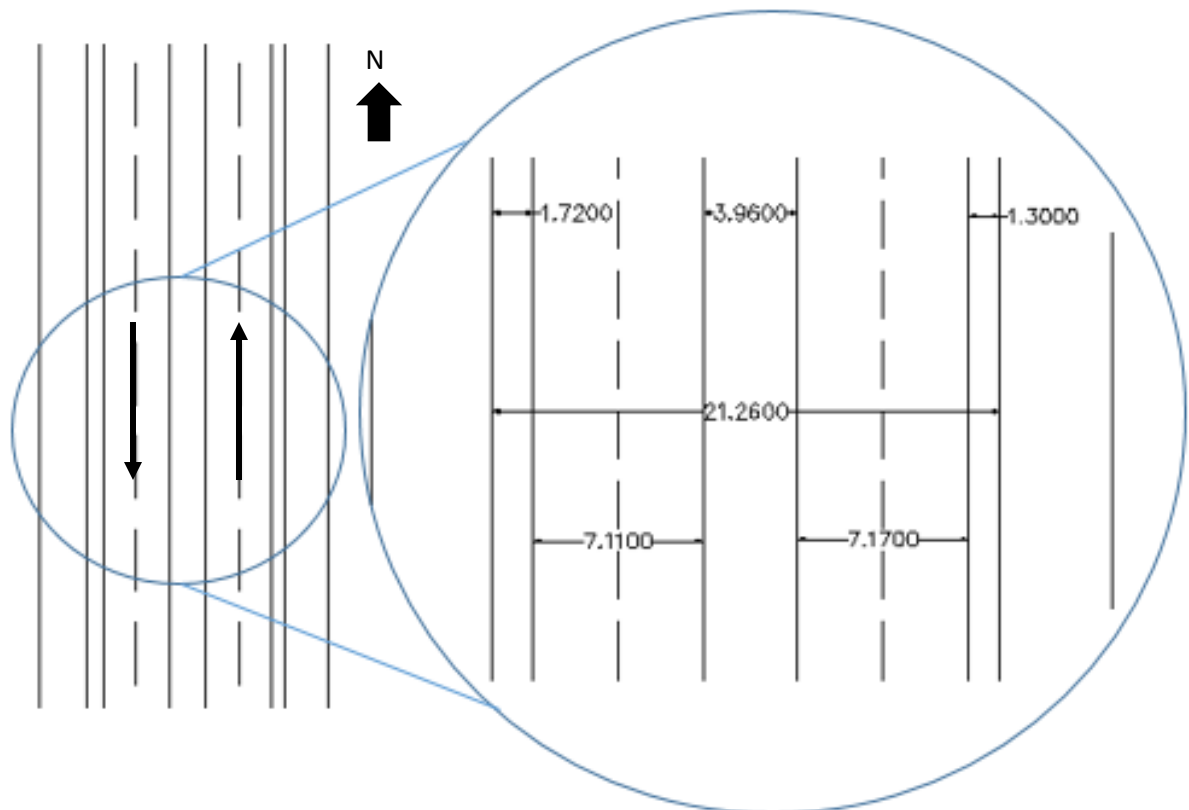
Figura 15. Sección en planta de la avenida Maldonado.



Fuente: elaboración propia, a partir del software AUTOCAD CIVIL 3D.

En cuanto a la avenida norte el sector en que se tomó la información cuenta con un separador de 3.96 metros, dos calzadas, la que recibe el tránsito de norte a sur cuenta con un espesor de 7.11 metros y una berma cuneta de 1.70 metros y la calzada que recibe el tránsito de sur a norte cuenta con un ancho de 7.17 metros y una berma cuneta de 1.30 metros, para así conformar una sección transversal de aproximadamente 21.26 metros. En la figura 16 se muestra la sección en planta de la avenida Norte a la altura del punto en donde se tomó la información.

Figura 16. Sección en planta de la avenida Norte.



Fuente: elaboración propia.

3.2.1. Características operacionales: Cómo se mencionó en la metodología se realizó una caracterización operacional tanto para los vehículos como para los peatones. A continuación, se presentan los resultados y análisis de estas caracterizaciones.

3.2.1.1. Características operacionales vehiculares: A partir de los datos obtenidos en los aforos, se determinó la hora de máxima demanda y se realizó la

caracterización de la composición vehicular para cada una de las calzadas de las avenidas en estudio.

La tabla 3, en los recuadros resaltados, presenta los quince minutos más cargados (color rojo), volumen horario máximo (color azul) y el factor de hora pico (color verde), para la avenida Norte en ambos sentidos de circulación.

Tabla 3. Datos de volúmenes avenida Norte.

HORA	NORTE-SUR										SUR-NORTE												
	AUTO	MOTO	TAXI	TPCU	BUS	C.R	C.A	BICI	q15	VH	AUTOS	MOTO	TAXI	TPCU	BUS	C.R	C.A	BICI	q15	VH			
9:00-9:15	139	35	55	33	10	13	0	2	287		135	28	44	50	11	15	3	5	291				
9:15-9:30	154	26	49	33	0	0	0	0	262		115	27	39	49	5	15	0	3	253				
9:30-9:45	144	23	42	31	9	11	0	0	260		112	27	56	49	8	10	0	3	265				
9:45-10:00	192	28	48	31	6	4	1	0	310	1119	121	30	47	38	7	9	0	3	255	1064			
10:00-10:15	158	33	52	36	6	9	0	4	298	1130	107	31	37	36	13	12	0	2	238	1011			
10:15-10:30	138	32	51	32	7	5	0	2	267	1135	95	26	44	41	12	25	0	2	245	1003			
10:30-10:45	138	27	52	39	5	8	1	1	271	1146	120	25	37	46	9	12	0	5	254	992			
10:45-11:00	162	32	60	40	8	7	1	0	310	1146	115	37	45	40	12	10	1	4	264	1001			
11:00-11:15	141	33	44	39	11	14	0	0	282	1130	111	14	52	48	6	14	0	6	251	1014			
11:15-11:30	112	41	59	39	13	14	0	0	278	1141	89	32	42	48	10	14	0	0	235	1004			
11:30-11:45	107	23	57	35	7	8	3	0	240	1110	116	33	40	44	15	16	0	0	264	1014			
11:45-12:00	118	33	48	39	11	8	0	0	257	1057	154	30	41	41	14	13	1	3	297	1047			
12:00-12:15	161	49	58	51	7	11	0	0	337	1112	104	39	35	27	14	4	1	4	228	1024			
12:15-12:30	170	49	43	26	7	15	1	3	314	1148	157	53	31	42	12	17	2	6	320	1109			
12:30-12:45	124	39	44	35	10	10	0	3	265	1173	157	59	35	63	4	13	4	2	337	1182			
12:45-13:00	87	25	56	39	7	10	1	0	225	1141	157	34	57	48	13	3	0	5	317	1202			
									max=	337	1173										max=	337	1202
									FHP=	0.87											FHP=	0.89	

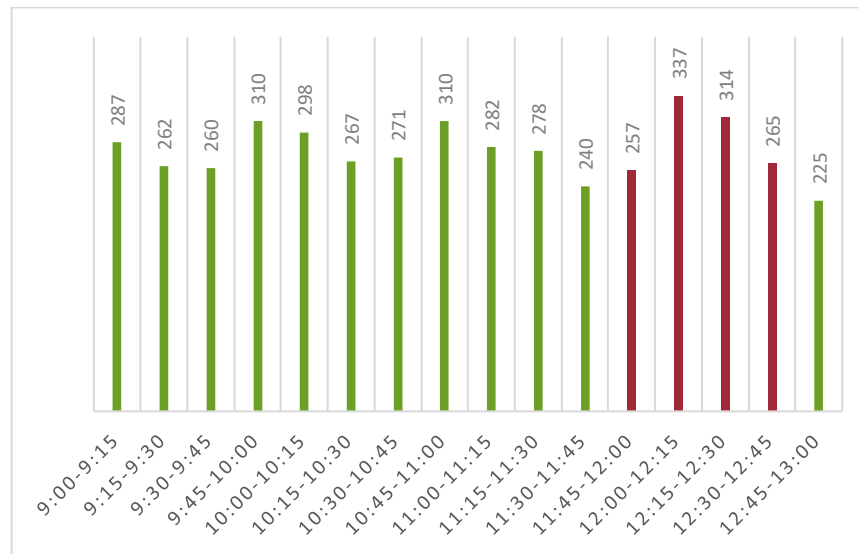
Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla 3, para la calzada norte-sur de la avenida Norte, en la hora de máximas demanda circulan alrededor de 1173 vehículos. Los quince minutos más cargos de la hora de máxima demanda reciben 337 vehículos y el factor de hora pico es de 0,87. En la calzada sur-norte se presentan valores similares, pues como se puede observar en la hora de máxima demanda el volumen vehicular horario máximo es de 1202 vehículos, los quince minutos más cargados reciben 337 vehículos y el factor de hora pico es de 0,89.

A continuación, para facilitar la comprensión de la tabla anterior, se presentan los gráficos de barras resultantes de esta.

En figura 17 se pueden observar que la hora de máxima demanda para el horario en el que se recolectaron los datos, en el sentido norte-sur de la avenida Norte, se presenta de 11:45 am a 12:45 pm. También se puede observar que los quince minutos más cargados (q15) se presentan de 12:00 m a 12:15 pm.

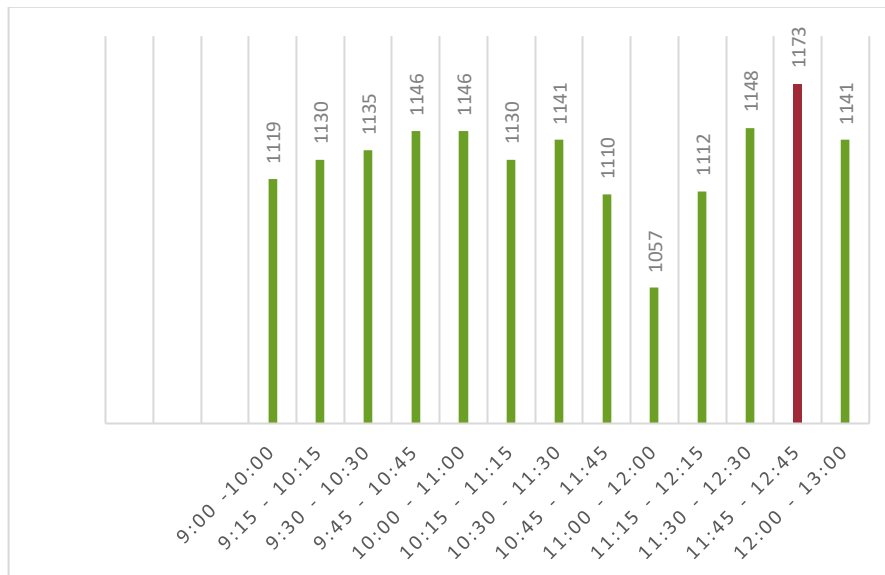
Figura 17. Distribución de volúmenes vehiculares cada 15 minutos – Avenida Norte sentido norte – sur.



Fuente: elaboración propia.

La Figura 18 presenta el volumen vehicular horario máximo en el sentido norte-sur de la avenida Norte. Se puede observar que el volumen vehicular horario máximo en este sentido de circulación se completa a las 12:45 pm.

Figura 18. Volumen vehicular horario máximo – Avenida Norte sentido norte – sur.

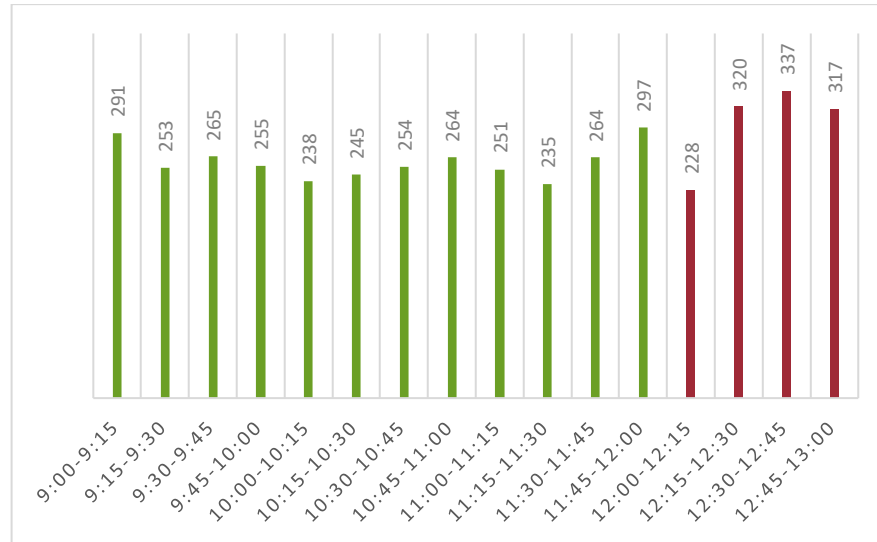


Fuente: elaboración propia.

En la figura 19, se puede observar que la hora de máxima demanda de sentido sur-norte de la avenida Norte, se presenta entre las 12:00 y las 13:00. En este gráfico

también se observa que los quince minutos más cargados de la hora de máxima demanda se presentan entre las 12:30 pm y las 12:45 pm.

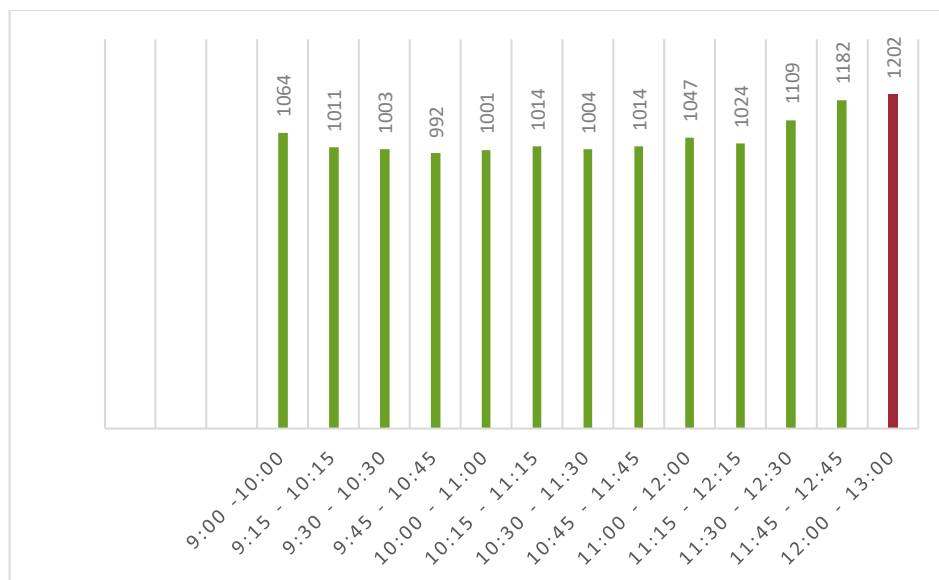
Figura 19. Distribución de volúmenes vehiculares cada 15 minutos – Avenida Norte sentido sur – norte.



Fuente: elaboración propia.

La figura 20 Presenta el volumen vehicular horario máximo para la avenida Norte en sentido sur-norte.

Figura 20. Volumen vehicular horario máximo – Avenida Norte sentido sur -norte.



Fuente: elaboración propia

A partir de los volúmenes vehiculares horarios máximos que se presentaron anteriormente, se determinó la composición vehicular para cada uno de los sentidos de la avenida Norte.

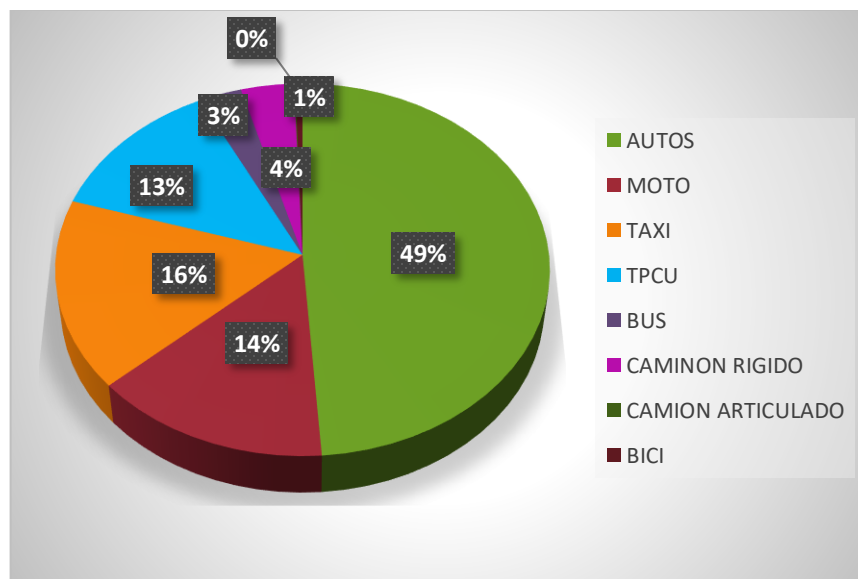
Tabla 4. Composición vehicular de la avenida norte para los dos sentidos de circulación.

SENTIDO	AUTO	MOTO	TAXI	TPCU	BUS	C.R	C.A	BICI	TOTAL
NORTE-SUR	573	170	193	151	35	44	1	6	1173
	49%	14%	16%	13%	3%	4%	0%	1%	100%
SUR-NORTE	575	185	158	180	43	37	7	17	1202
	48%	15%	13%	15%	4%	3%	1%	1%	100%

Fuente: elaboración propia.

La figura 21 Presenta las proporciones de la composición vehicular de la avenida Norte para en el sentido norte-sur.

Figura 21. Composición del tránsito Avenida Norte sentido norte – sur.

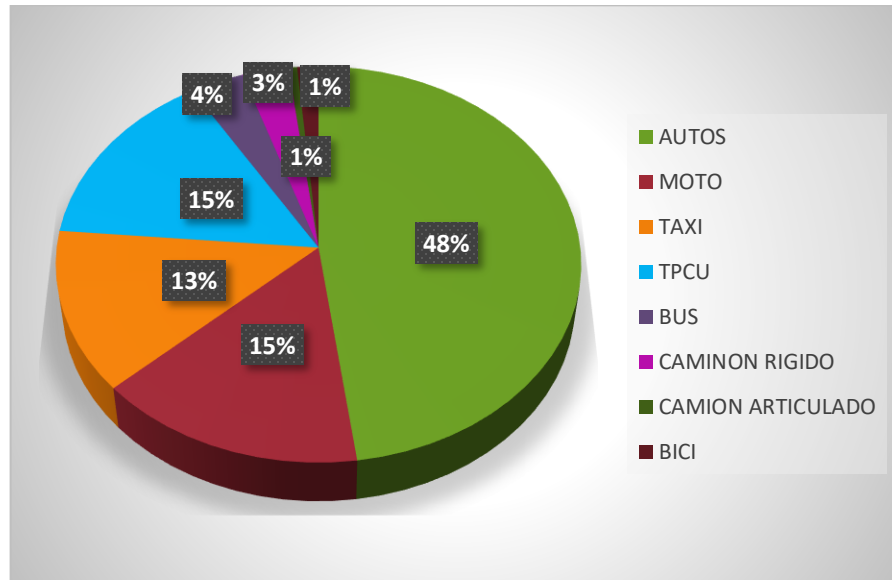


Fuente: elaboración propia.

Se puede observar en la figura 21 que el tipo de vehículo que más hace uso de este sentido de circulación es el auto con 49% de la composición, seguido de los taxis con 16% y de las motos y TPCU con 14% y 13% respectivamente, también se puede observar que no es mayor la cantidad de vehículos pesados, pues el porcentaje de camiones articulados tiende a cero y entre buses y camiones rígidos solo aporten el 7% de la composición vehicular en este sentido de circulación, por su parte la proporción de bicicletas es solo del 1%.

A continuación, en la figura 22, se puede observar la composición vehicular del sentido sur-norte de la avenida Norte.

Figura 22. Composición vehicular Avenida Norte sentido sur – norte.



Fuente: elaboración propia.

En la figura 22, se puede observar que la composición vehicular del sentido sur- norte de la avenida Norte, es similar a la que se encontró en el sentido opuesto, pues el auto es el tipo de vehículo que más hace uso de esta calzada con el 48% del total de la composición vehicular, seguido de la moto y el TPCU con 15% cada uno y el taxi con 13%. También se puede observar que los buses, camiones rígidos, camiones articulados y bicicletas no hacen un uso mayor de esta vía.

Siguiendo con la caracterización operacional del tránsito vehicular, en la tabla 5 se presenta los quince minutos más cargados resaltados con color rojo, el volumen horario máximo resaltado con color azul y el factor de hora pico resaltado con color verde, para los dos sentidos de circulación de la avenida Maldonado.

Tabla 5. Datos volúmenes vehiculares Avenida Maldonado.

HORA	NORTE-SUR										SUR-NORTE									
	AUTO	MOTO	TAXI	TPCU	BUS	C.R	C.A	BICI	q15	VH	AUTO	MOTO	TAXI	TPCU	BUS	C.R	C.A	BICI	q15	VH
9:00-9:15	124	10	63	34	8	6	0	1	246		116	21	52	48	4	13	0	6	260	
9:15-9:30	132	16	40	32	3	2	0	0	225		103	33	48	49	0	10	0	3	246	
9:30-9:45	137	12	43	30	4	9	0	0	235		77	27	58	47	3	8	0	5	225	
9:45-10:00	118	17	50	32	4	4	0	2	227	933	92	30	53	39	1	4	0	5	224	955
10:00-10:15	118	16	41	37	4	10	0	1	227	914	75	36	40	38	2	12	0	1	204	899
10:15-10:30	124	9	50	34	2	9	0	2	230	919	80	33	62	42	0	11	0	2	230	883
10:30-10:45	120	17	57	39	5	8	0	0	246	930	71	38	46	48	0	9	0	5	217	875
10:45-11:00	150	17	52	38	7	7	1	0	272	975	85	43	56	40	5	2	0	5	236	887
11:00-11:15	131	13	47	39	9	17	1	0	257	1005	83	17	64	50	0	18	0	6	238	921
11:15-11:30	95	15	59	38	8	14	0	0	229	1004	80	32	49	47	1	5	0	0	214	905
11:30-11:45	83	16	60	36	6	5	0	2	208	966	82	39	54	44	3	9	1	1	233	921
11:45-12:00	102	13	55	39	10	5	0	0	224	918	106	30	59	44	5	8	0	4	256	941
12:00-12:15	146	28	68	51	10	7	0	0	310	971	154	41	43	26	1	7	0	6	278	981
12:15-12:30	139	37	39	26	4	3	0	2	250	992	166	41	36	41	2	7	0	7	300	1067
12:30-12:45	100	28	35	36	7	4	0	1	211	995	143	41	36	67	1	11	0	6	305	1139
12:45-13:00	77	14	58	41	3	3	0	1	197	968	147	27	49	49	3	6	0	7	288	1171
max=								272	1005	max=								305	1171	
FHP								0.92	FHP								0.96			

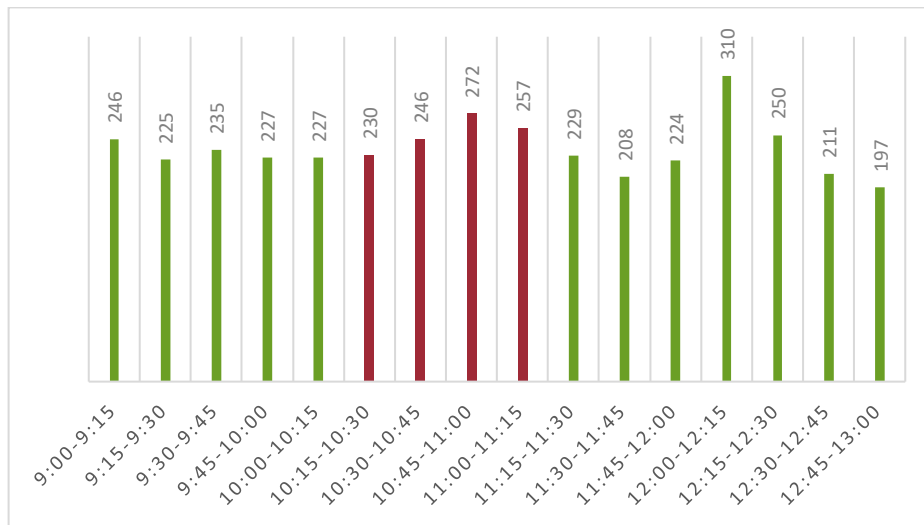
Fuente: elaboración propia.

En la tabla 5, se puede observar que para el sentido norte-sur de la avenida Maldonado, en la hora de máximas demanda circulan alrededor de 1005 vehículos, los quince minutos más cargos de la hora de máxima demanda reciben 272 vehículos y el factor de hora pico es de 0,92. Por otro lado se puede observar que en el sentido sur-norte en la hora de máxima demanda el volumen vehicular horario máximo es de 1171 vehículos, los quince minutos más cargados reciben 305 vehículos y el factor de hora pico es de 0,96.

Los gráficos de barras que se presentan a continuación ilustran la información de la tabla anterior de forma más explicativa.

En figura 23 se pueden observar que la hora de máxima demanda en el sentido norte-sur de la avenida Maldonado, se presenta de 10:15 am a 11:15 am. También se puede observar que los quince minutos más cargados (q15) se presentan de 10:45 m a 11:00 am.

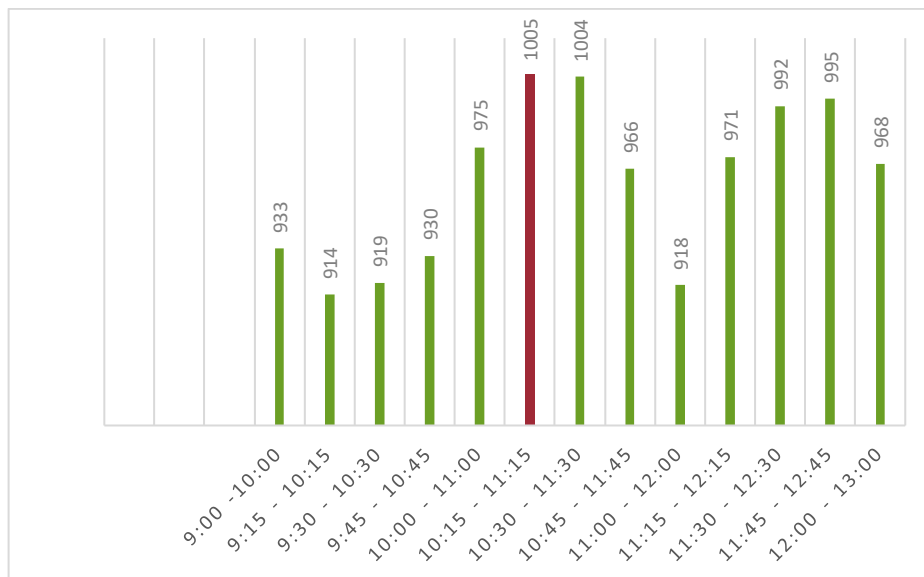
Figura 23. Distribución de volúmenes vehiculares cada 15 minutos – Avenida Maldonado sentido norte – sur.



Fuente: elaboración propia.

Figura 24 presenta el volumen vehicular horario máximo en el sentido norte-sur de la avenida Maldonado, en el cual se puede observar que el volumen vehicular horario máximo en este sentido de circulación se completa a las 11:15 am.

Figura 24. Volumen vehicular horario máximo – Avenida Maldonado sentido norte – sur.

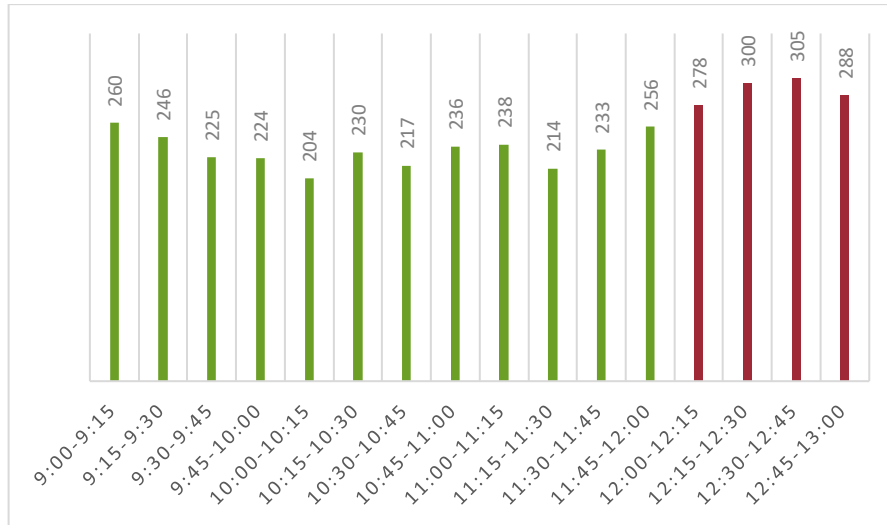


Fuente: elaboración propia.

En la figura 25, se puede observar que la hora de máxima demanda en sentido sur-norte de la avenida Maldonado, se presenta entre las 12:00 y las 13:00. En este

grafico también se observa que los quince minutos más cargados de la hora de máxima demanda se presentan entre las 12:30 pm y las 12:45 pm.

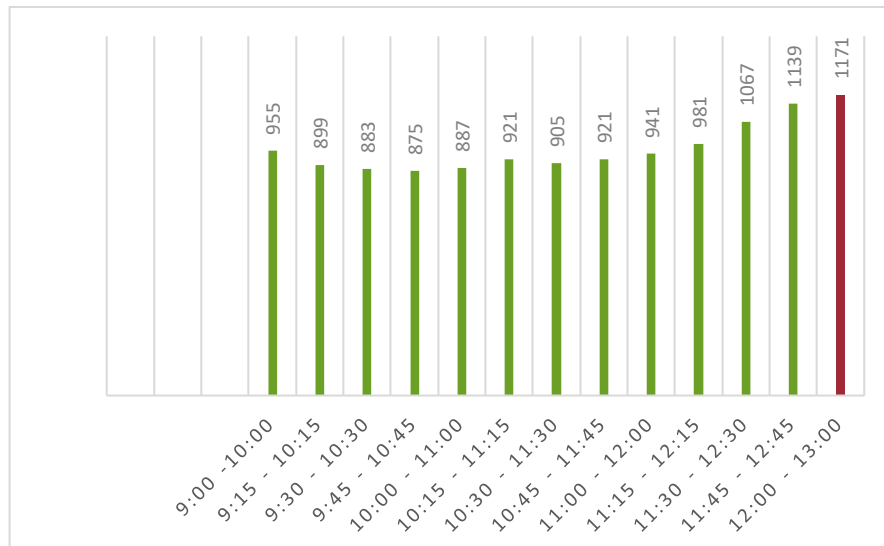
Figura 25. Distribución de volúmenes vehiculares cada 15 minutos – Avenida Maldonado sentido sur – norte.



Fuente: elaboración propia.

La figura 26 Presenta el volumen vehicular horario máximo para la avenida Maldonado en sentido sur-norte.

Figura 26. volumen vehicular horario máximo sentido sur-norte avenida Maldonado.



Fuente: elaboración propia.

La tabla 6, presenta la composición vehicular para cada uno de los sentidos de la avenida Maldonado, determinados a partir de los volúmenes vehiculares horarios máximos que se presentaron anteriormente.

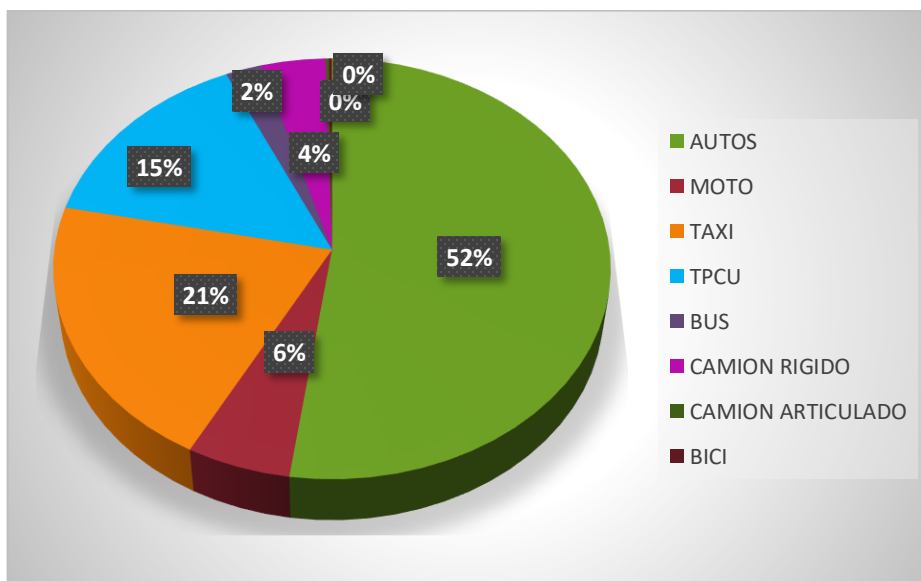
Tabla 6. Composición vehicular de la avenida Maldonado para los dos sentidos de circulación.

SENTIDO	AUTO	MOTO	TAXI	TPCU	BUS	C.R	C.A	BICI	TOTAL
NORTE-SUR	525	56	206	150	23	41	2	2	1005
	52%	6%	20%	15%	2%	4%	0%	0%	100%
SUR-NORTE	610	150	164	183	7	31	0	26	1171
	52%	13%	14%	16%	1%	3%	0%	2%	100%

Fuente: elaboración propia.

La figura 27 Presenta las proporciones de la composición vehicular de la avenida Maldonado para el sentido norte-sur.

Figura 27. Composición vehicular Avenida Maldonado sentido norte – sur.



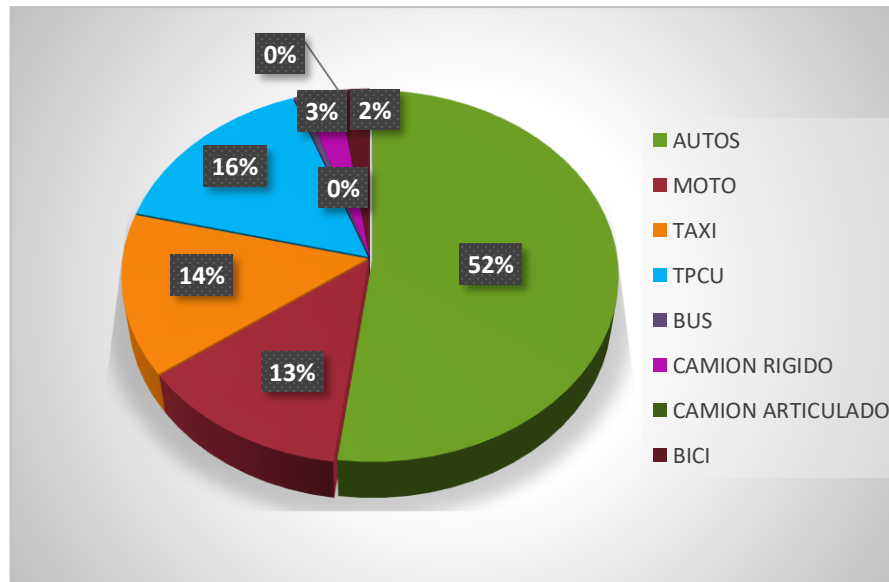
Fuente: elaboración propia.

En la figura 27 Se puede observar que más de la mitad de los vehículos que hacen uso del sentido norte-sur de la avenida Maldonado son autos, pues el 52% de la composición vehicular la conforma este tipo de vehículos, también se puede observar que los taxis con el 21% de la composición son una porción importante dentro de los vehículos que hacen uso de esta vía. Por su parte el TPCU tiene una proporción similar a la que se presenta en la avenida Norte, pues cuenta con el 15% de la composición vehicular. Las motos en este sentido de circulación de la vía solo cuentan con el 6% de la composición y los camiones rígidos con el 4%. Con respecto

a los buses, estos cuentan con el 2% de la composición vehicular, y los camiones articulados y bicicletas tienen una proporción que tiende a cero.

A continuación, en la figura 28, se puede observar la composición vehicular del sentido sur-norte de la avenida Maldonado.

Figura 28. Composición vehicular Avenida Maldonado sentido sur – norte



Fuente: elaboración propia.

En la figura 28, se puede observar que la composición vehicular del sentido sur- norte de la avenida Maldonado, al igual que en el sentido opuesto, cuenta con el 52% de vehículos tipo auto, pero a diferencia del sentido norte-sur, en este sentido de circulación, se encuentra que el TPCU, taxis y motos cuentan con 16%, 14% y 13% de la composición vehicular respectivamente, mostrando unas proporciones más distribuidas de la composición. También se puede observar que los camiones rígidos y las bicicletas son el 3% y 2% de los vehículos que hacen uso de la vía respectivamente, por su parte al igual que en el sentido norte-sur la proporción de camiones articulados tiende a cero.

3.2.1.1. Características operacionales peatonales: de la totalidad de los datos se encontró que en la avenida Maldonado 30 cruces se realizaron en grupo y 114 de manera individual. En la avenida Norte los cruces individuales fueron 106 y en grupo 40. Los datos obtenidos de la composición de cruce individual tanto por edad como por género en la avenida Maldonado se pueden observar en la tabla 7.

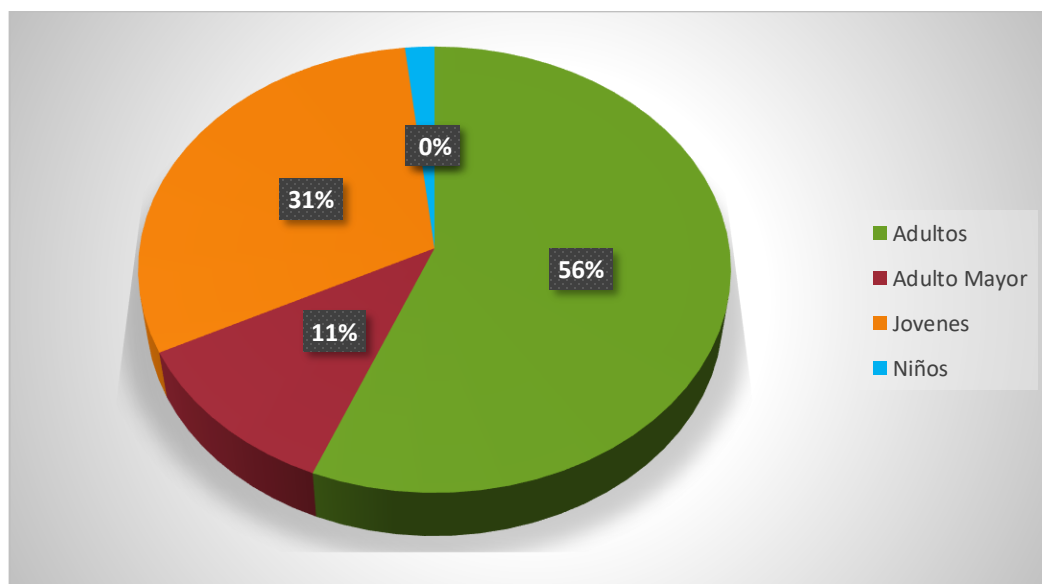
Tabla 7. composición de la muestra – Avenida Maldonado.

POR EDAD	
Adultos	64
Adulto mayor	13
Jovenes	35
Niños	2
TOTAL	114
POR GENERO	
Hombres	75
Mujeres	39
TOTAL	114

Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestran las proporciones de la composición para la avenida Maldonado.

Figura 29. composición de la muestra de acuerdo a la edad en el cruce de la avenida Maldonado.

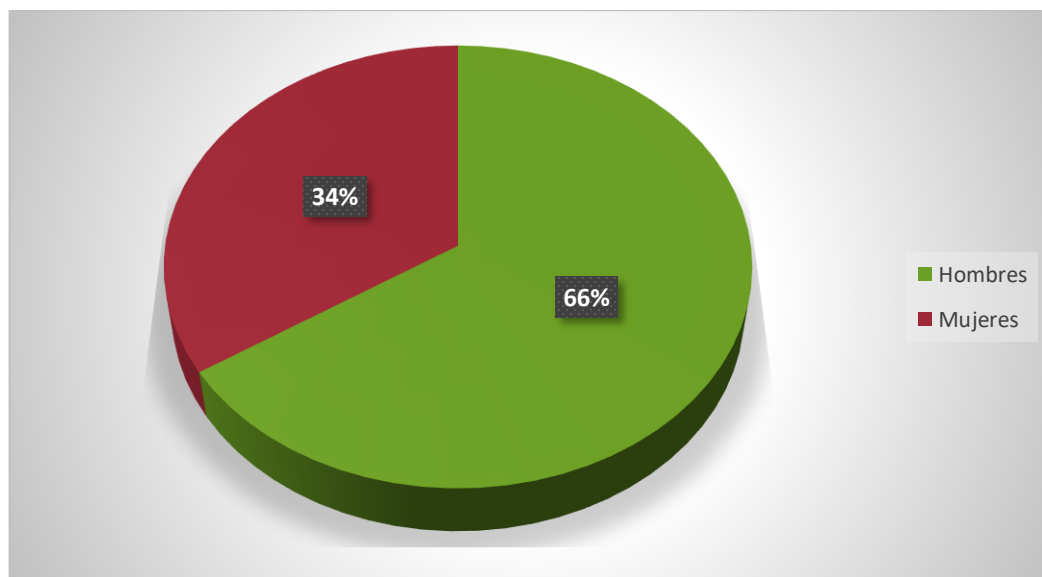


Fuente: elaboración propia.

Se puede observar en la figura 29 que la mayor parte de la muestra que realizó el cruce en la avenida Maldonado pertenece a los adultos con un 56% seguido de los cruces de jóvenes con un 31 %, también se confirma el bajo porcentaje de cruces de niños y de adultos mayores, los cuales tienen un 2% y 11% respectivamente de la muestra obtenida.

En la figura 30 se muestra la composición de acuerdo al género en la avenida Maldonado.

Figura 30. composición de la muestra de acuerdo al género en el cruce de la avenida Maldonado.



Fuente: elaboración propia.

En la figura 30 se observa que más de la mitad de la composición de la muestra de cruces individuales pertenece a los cruces de hombres con un 56% y las mujeres componen el 34%.

Para el caso de la avenida norte la composición de la muestra se expone en la tabla 8.

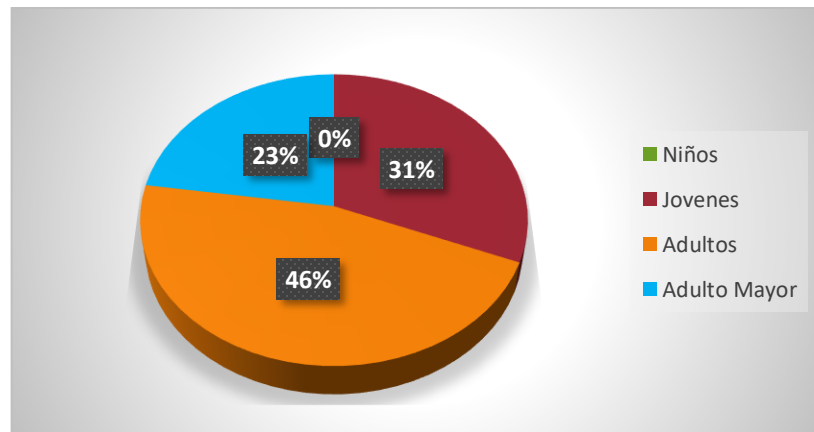
Tabla 8. composición de la muestra – Avenida Norte.

POR EDAD	
Adultos	49
Adulto mayor	24
Jovenes	33
Niños	0
TOTAL	106
POR GENERO	
Hombres	53
Mujeres	53
TOTAL	106

Fuente: elaboración propia.

A partir de esta composición se determinaron las proporciones en porcentaje para las dos clasificaciones, en la figura 31 para la clase edad y en la figura 32 para la clase género, incluyendo en ambos casos los cruces en grupo.

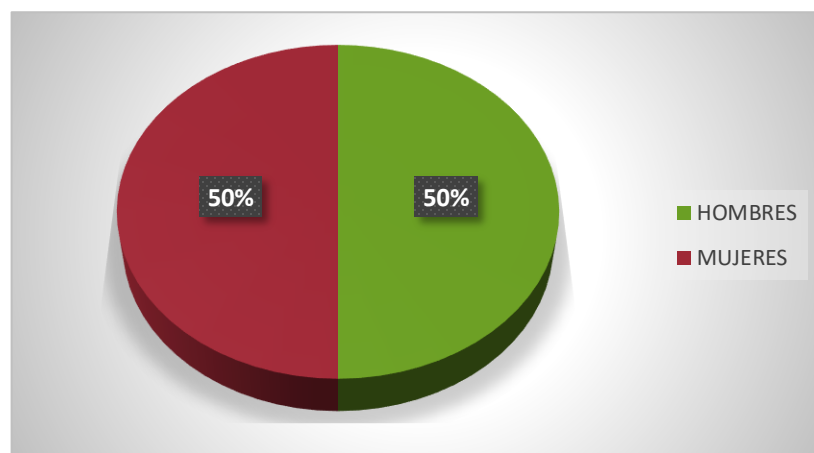
Figura 31. Composición de la muestra de acuerdo a la edad en el cruce de la avenida Norte.



Fuente: elaboración propia.

Para el caso de la avenida Norte se observa que la mayor componente de la muestra pertenece a los adultos seguido de los jóvenes, igual que en la avenida Maldonado, también es posible ver que los niños no tienen cabida en la composición ya que dentro de la recolección de la muestra este tipo de cruce no se presentó. El porcentaje de adultos mayores fue de un 31 %, siendo de esta manera la proporción más pequeña de toda la composición.

Figura 32. Composición de la muestra de acuerdo al género en el cruce de la avenida Norte.

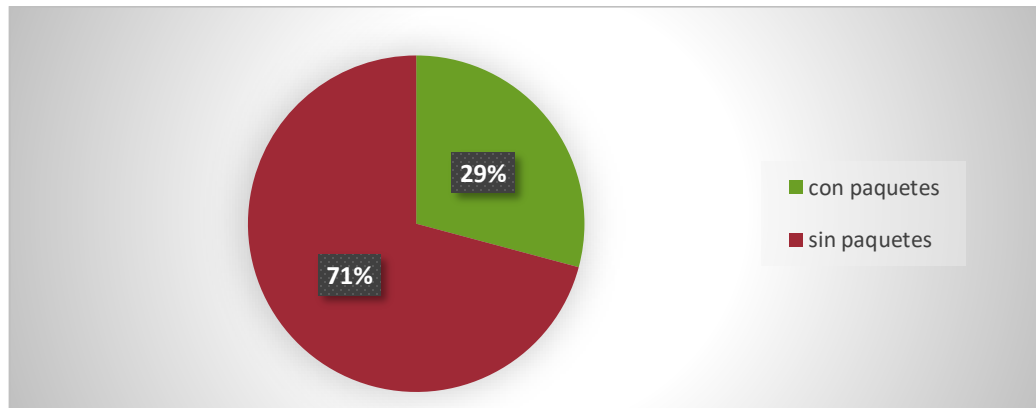


Fuente: elaboración propia.

Se observa una particularidad que obtuvo en la muestra de la avenida Norte y es que la proporción de mujeres y de hombres resultó en una misma proporción.

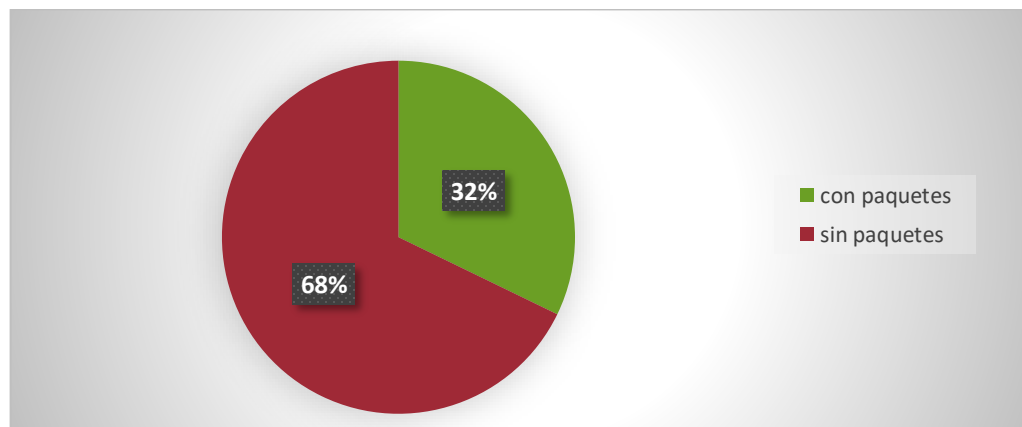
Por otro lado, se encuentra la clasificación de cruce con o sin paquetes, para el caso de la avenida Maldonado esta proporción se encuentra en la figura 33 y para el caso de la avenida norte en la figura 34.

Figura 33. Composición de la muestra de acuerdo a cruce con o sin paquete en el cruce de la avenida Maldonado.



Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Composición de la muestra de acuerdo a cruce con o sin paquete en el cruce de la avenida Norte.



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a lo expuesto en las gráficas 33 y 34 el porcentaje de personas que cruzan con paquete en ambas avenidas es menor que el de cruce sin paquete, para el caso de la avenida Maldonado 42 de 144 peatones cruzan con paquete, es decir el 29% y en la avenida Norte 47 de 146 peatones cruzan con paquete, es decir el 32%.

3.2.1.1.1. Margen de seguridad: Con respecto a esta variable, se obtuvo que en total para ambas avenidas hubo 133 cruces definidos como inseguros por su valor negativo. 82 cruces inseguros se presentaron en la avenida Maldonado y 51 en la avenida norte. A continuación, se presentan los resultados de forma disgregada, obtenidos en cuanto al número de cruces inseguros en cada una de las avenidas.

Tabla 9. Numero de cruces inseguros en la Avenida Maldonado.

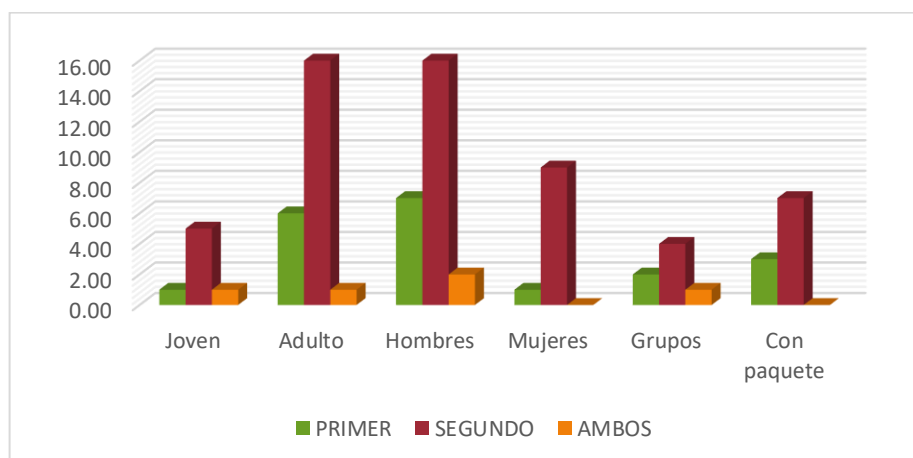
PASO INSEGURO Av. MALDONADO				
	PRIMERA	SEGUNDA	AMBAS	TOTAL
Joven	1.00	5.00	1.00	7.00
Adulto	6.00	16.00	1.00	23.00
Hombres	7.00	16.00	2.00	25.00
Mujeres	1.00	9.00	0.00	10.00
Grupos	2.00	4.00	1.00	7.00
Con paquete	3.00	7.00	0.00	10.00
			TOTAL	82.00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 9 se señala la clasificación del paso inseguro como primera, segunda y ambas, refiriéndose a la etapa de cruce, entendiendo la primera etapa como el cruce desde el andén hacia el separador, es decir la primera calzada y la segunda etapa como el cruce desde el separador hacia el andén; la segunda calzada.

En los resultados de la tabla 9 se observa que la categoría de hombres tiene el mayor valor de los cruces inseguros, seguidos por los adultos, también se evidencia que la mayor parte de los cruces inseguros se presentan en la segunda etapa, es decir en el momento en que el peatón se encuentra analizando las brechas desde el separador. La figura 35 ilustra los resultados mostrados en la tabla 9.

Figura 35. Número de cruces inseguros en la Avenida Maldonado.



Fuente: elaboración propia.

Para el caso de la avenida norte, los resultados no son muy distintos, sin embargo, como ya se mencionó, allí los cruces inseguros se presentaron en menor proporción. En la tabla 10 se presentan los resultados obtenidos para la avenida norte.

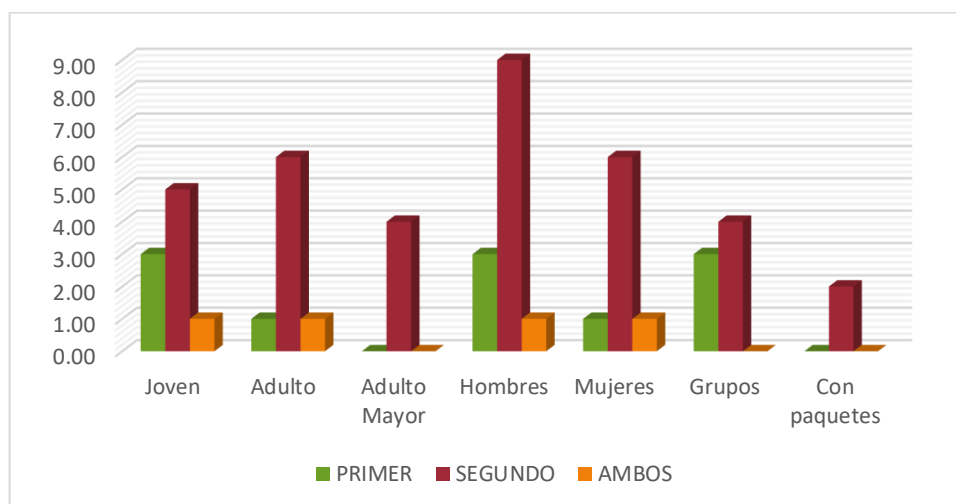
Tabla 10. Número de cruces inseguros en la Avenida Norte.

PASO INSEGURO Av. NORTE				
	PRIMERA	SEGUNDA	AMBAS	TOTAL
Joven	3.00	5.00	1.00	9.00
Adulto	1.00	6.00	1.00	8.00
Adulto Mayor	0.00	4.00	0.00	4.00
Hombres	3.00	9.00	1.00	13.00
Mujeres	1.00	6.00	1.00	8.00
Grupos	3.00	4.00	0.00	7.00
Con paquetes	0.00	2.00	0.00	2.00
	TOTAL			51.00

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 10 se observa que los hombres realizaron la mayor cantidad de cruces inseguros, igual que en la Avenida Maldonado, seguidos por los jóvenes. En este punto se observa que, así como en la avenida Maldonado, la mayor proporción de cruces inseguros se realizan en la segunda etapa del cruce. La figura 36 ilustra de manera comparativa los resultados obtenidos para la Avenida Norte.

Figura 36. Número de cruces inseguros en la Avenida Norte.



Fuente: elaboración propia.

En la figura 36 es posible reafirmar lo mencionado anteriormente, los cruces inseguros se presentan en mayor cantidad en la segunda etapa de los cruces para el caso de todas las clasificaciones. También se observa que quien tiene mayor número de cruces inseguros son los hombres.

A continuación, se presentan los valores calculados a partir del promedio de los datos de margen de seguridad de cada uno de los cruces.

Tabla 11. Valores de margen de seguridad.

CATEGORÍA		MARGEN DE SEGURIDAD PROMEDIO			
		Av. Maldonado		Av. Norte	
		N-S	S-N	N-S	S-N
EDAD	Jóvenes	3.48	2.93	4.68	2.61
	Adultos	3.34	2.75	3.63	3.16
	Adulto Mayor	-	-	2.72	2.73
GENERO	Hombres	3.18	2.46	3.71	2.96
	Mujeres	3.49	3.11	3.72	2.83
OTROS	Grupos	2.35	2.91	2.48	2.12
	Individual	3.29	2.73	3.71	2.90
	Con Paquete	3.45	2.75	3.14	2.46
	Sin Paquete	2.95	2.78	3.51	2.78

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a lo expuesto en la tabla 10, se observa que tanto en la avenida Maldonado como en la avenida Norte se encuentran valores más altos de margen de seguridad en la calzada norte – sur. En el caso de la avenida Maldonado el valor

más alto pertenece a la clasificación Mujeres, seguido de los jóvenes. En el caso de la avenida Norte el valor máximo de margen de seguridad que se obtuvo fue el de los jóvenes, seguido las mujeres.

3.2.1.1.2. Velocidad de caminata: El parámetro velocidad de caminata se determinó de forma aproximada, a partir del supuesto de que los peatones realizaron sus cruces a 90° de la calzada, es decir sin sesgos durante su caminar. Para el cálculo de esta variable se empleó la ecuación de velocidad, espacio sobre tiempo, donde el tiempo se asumió como el tiempo de caminata, el cual se definió como la diferencia entre el tiempo en que los peatones iniciaban su cruce y el tiempo en que este terminaba, y la distancia se refiere al ancho de calzada que se estuviera cruzando, para el caso de la avenida Maldonado es de 7.3 metros en ambas calzadas y en la avenida norte de 7.11 metros en la calzada norte – sur y de 7.17 metros en la calzada sur - norte. En la tabla 12 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 12. Valores de velocidad de caminata para las avenidas Maldonado y Norte.

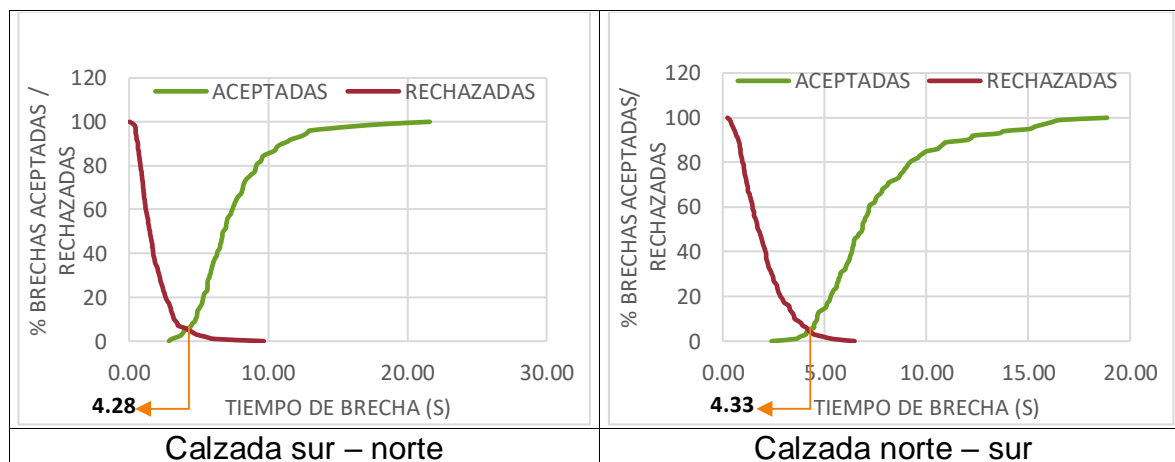
	Velocidad de caminata promedio			
	Av. Maldonado		Av. Norte	
	Calzada N-S	Calzada S-N	Calzada N-S	Calzada S-N
Jovenes	1.70	1.55	1.52	1.54
Adultos	1.48	1.46	1.37	1.47
Adultos Mayores	-	-	1.27	1.36
hombres	1.56	1.46	1.46	1.49
Mujeres	1.61	1.51	1.33	1.45
Grupos	1.43	1.31	1.18	1.22
Individual	1.57	1.48	1.39	1.47
Con paquete	1.55	1.43	1.19	1.34
sin paquete	1.54	1.45	1.40	1.43

Fuente: elaboración propia.

3.3. DETERMINACIÓN DE LA BRECHA CRÍTICA GENERAL

De acuerdo a los datos obtenidos en la extracción de estos de los videos, se generó modelos generalizados de la determinación de la brecha crítica para cada una de las avenidas en los dos sentidos de circulación, en la figura 37 se muestra el modelo general para la avenida Maldonado.

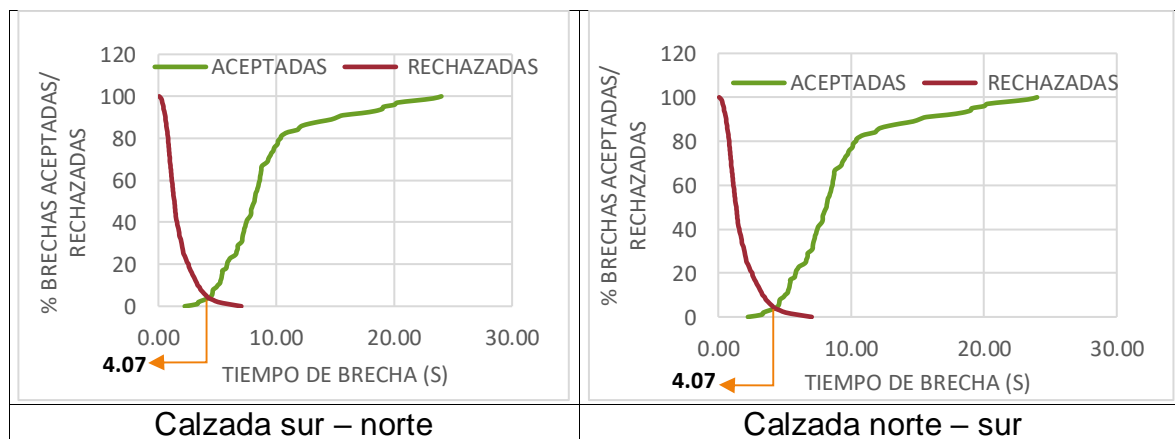
Figura 37. Modelos generales para la avenida Maldonado.



Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que la brecha crítica en general para la avenida Maldonado se encuentra en un rango entre 4.28 y 4.33 segundos. En la figura 38 ilustra los modelos generales para correspondientes a la avenida Norte.

Figura 38. Modelos generales para la avenida Norte.



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a lo encontrado en los modelos generales, en la avenida Norte la brecha crítica es de 4.07 segundos.

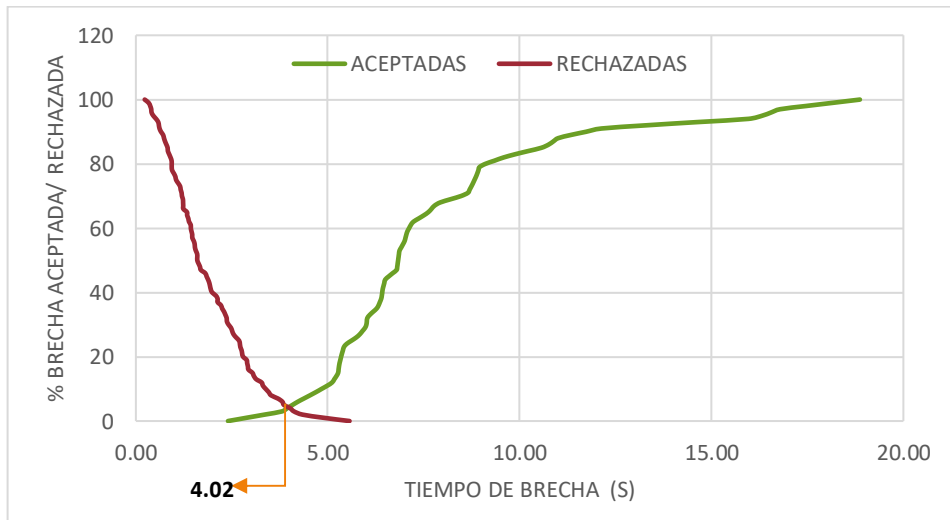
3.4. AFECTACIÓN DE LA BRECHA POR EL FACTOR EDAD

Como se mencionó en la metodología, la edad se clasificó en rangos de niños, jóvenes, adultos y adulto mayor, sin embargo, para el caso del rango de edad niños no fue posible obtener una muestra significativa debido al paso escaso de este tipo por los puntos seleccionados, de igual manera en la avenida Maldonado con el rango de edad adulto mayor.

A continuación, se muestran los modelos obtenidos para cada uno de los rangos de edad.

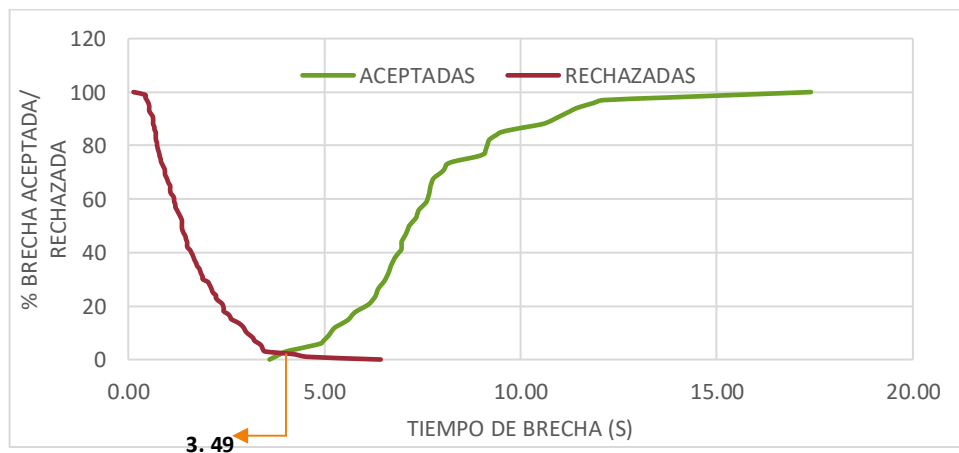
3.4.1. Jóvenes: A continuación, se encuentran las gráficas correspondientes a los modelos de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles para la avenida Maldonado.

Figura 39. Modelos determinación de la brecha crítica en la avenida Maldonado – jóvenes calzada norte – sur.



Fuente: elaboración propia.

Figura 40. Modelo de determinación de la brecha crítica en la avenida Maldonado – jóvenes calzada norte – sur.



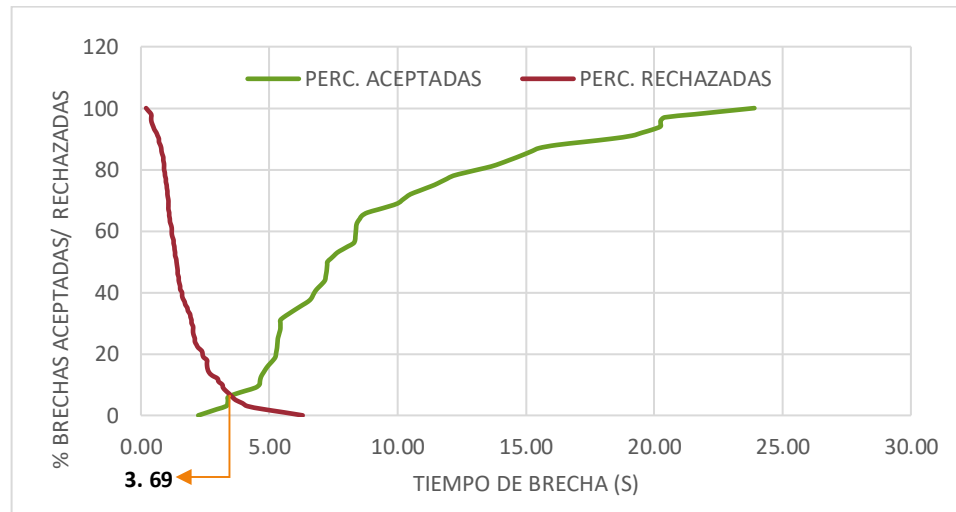
Fuente: elaboración propia.

En las figuras 39 y 40 se observa que la brecha crítica de los jóvenes en la avenida Maldonado se encuentra en un rango entre 4.02 y 3.49 segundos, esto significa al

presentarse una brecha entre este rango, los jóvenes quedan en un estado de indecisión y esta es la brecha crítica. Para el caso del sentido norte – sur la brecha crítica resultó ser mayor que para el sentido contrario.

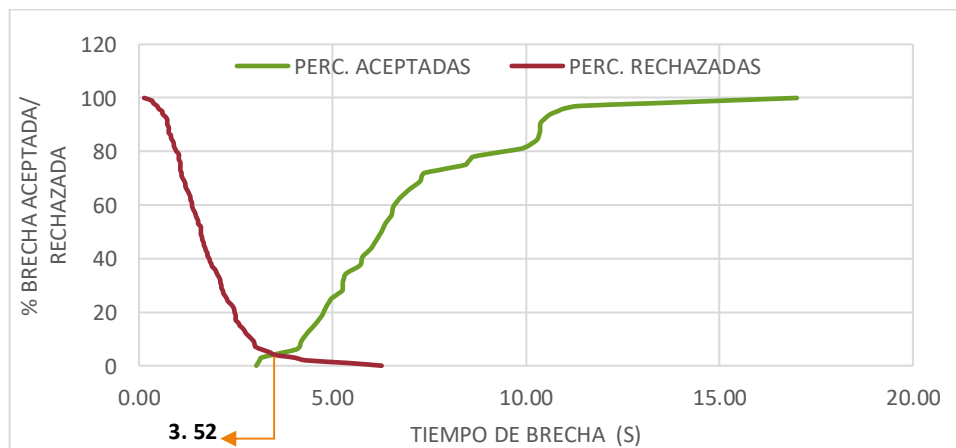
A continuación, se presentan los modelos correspondientes a la avenida norte en la figura 41 para la calzada norte – sur y en la figura 42 para la calzada sur – norte.

Figura 41. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – jóvenes calzada norte – sur.



Fuente: elaboración propia.

Figura 42. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – jóvenes calzada sur – norte.



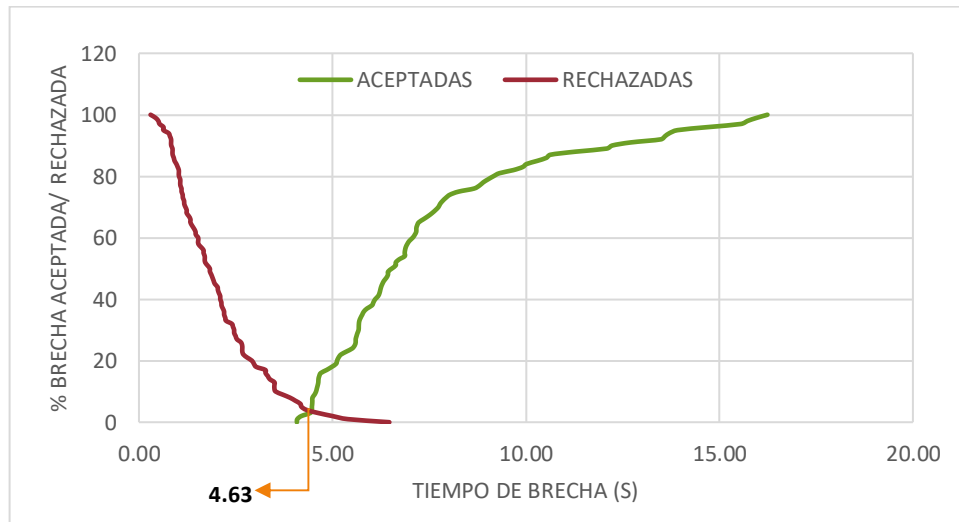
Fuente: elaboración propia.

Para el caso de la avenida Norte se puede observar que la brecha crítica de los jóvenes se encuentra en un rango de 3.69 y 3.52 segundos, este rango es menor

que el determinado para la avenida Maldonado, lo cual indica que los jóvenes en la avenida norte fueron más arriesgados que la avenida Maldonado.

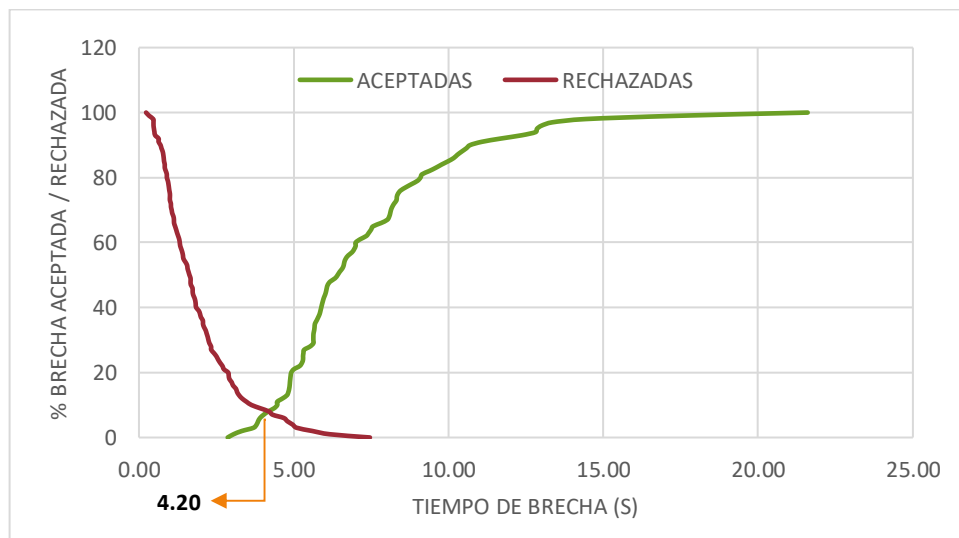
3.4.2. Adultos: En la figura 43 y 44 se encuentran los modelos de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles para el caso de los adultos en la avenida Maldonado.

Figura 43. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – adultos calzada norte- sur.



Fuente: elaboración propia

Figura 44. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – adultos calzada sur – norte.

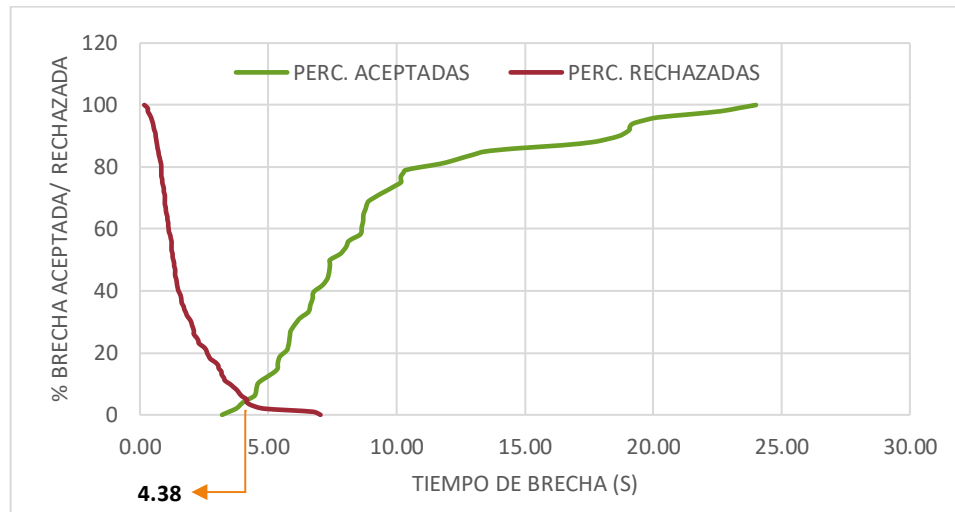


Fuente: elaboración propia.

Como resultado de los modelos se tuvo que la brecha crítica de los adultos en la avenida Maldonado se encuentra en un rango de 4.20 y 4.63 segundos, siendo el valor mayor correspondiente a la calzada en sentido norte – sur.

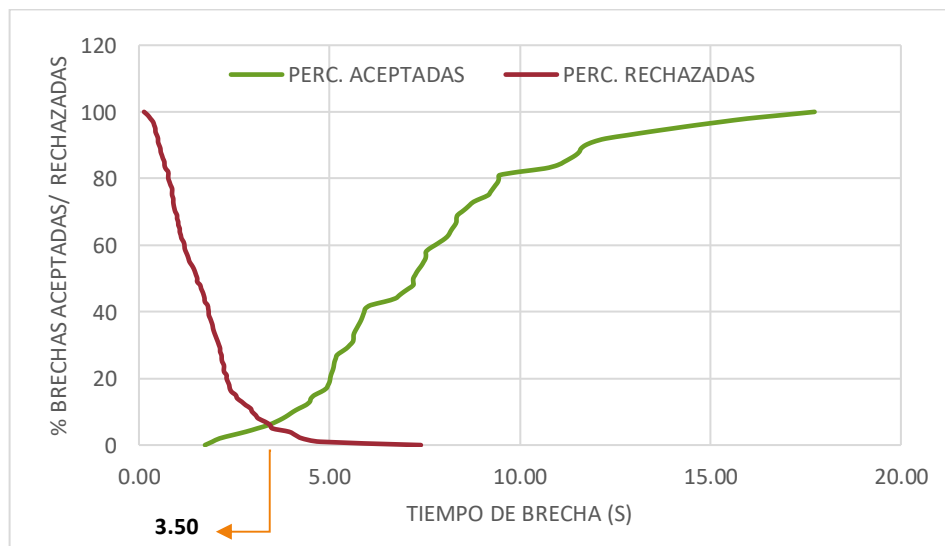
Para el caso de la avenida Norte los modelos de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles se presentan en las figuras 45 y 46.

Figura 45. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – adultos calzada norte- sur.



Fuente: elaboración propia.

Figura 46. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – adultos calzada sur – norte (S – N).

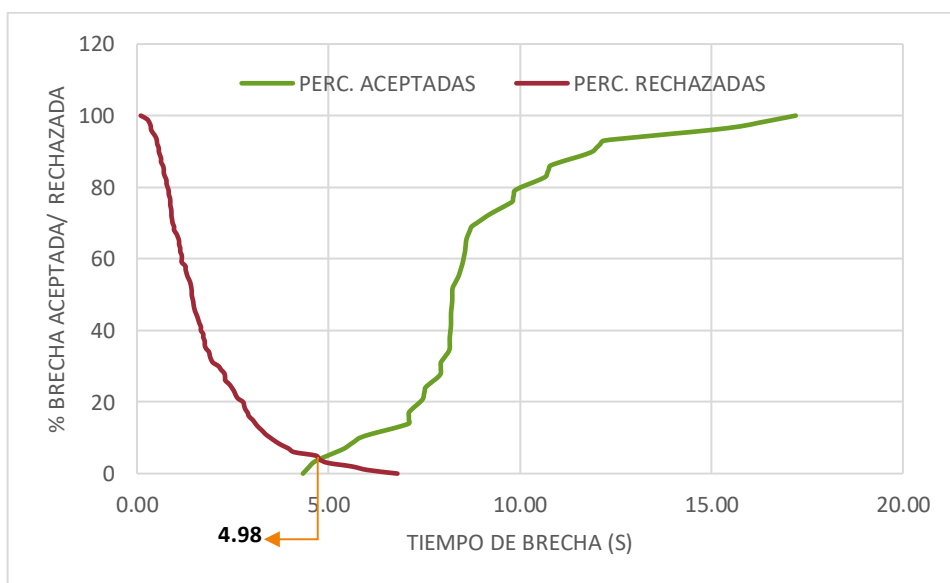


Fuente: elaboración propia.

Se observa que la brecha crítica de los adultos en la avenida norte se encuentra en un rango de 4.38 y 3.50 segundos, de acuerdo a estos resultados se puede decir que en la avenida norte los adultos son más arriesgados que en la avenida Maldonado, caso similar como ocurre con los jóvenes.

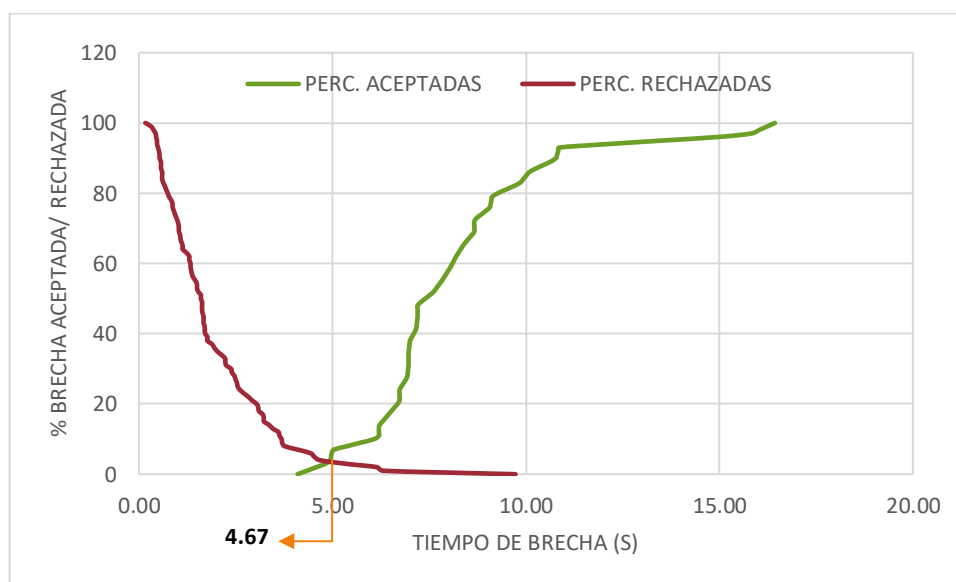
3.4.3. Adulto mayor: Como se especificó anteriormente este rango de edad solo se tomó en la avenida norte debido a la poca ocurrencia en la avenida Maldonado. En las figuras 47 y 48 se encuentran los modelos de determinación de la brecha crítica para los adultos mayores en la avenida norte a partir de percentiles.

Figura 47. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – adultos mayores calzada norte- sur.



Fuente: elaboración propia.

Figura 48. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – adultos mayores calzada sur – norte.



Fuente: elaboración propia.

Los resultados extraídos de las gráficas 47 y 48 arrojan que la brecha crítica en la avenida norte para los o adultos mayores se encuentra en un rango entre 4.67 y 4.98 segundos, de esta manera es posible decir que la mayor brecha crítica pertenece a esta clasificación.

De acuerdo a los resultados obtenidos es posible realizar una comparación de la brecha crítica de cada uno de los rangos de edad, a continuación, se muestra un gráfico comparativo de barras para ambas avenidas.

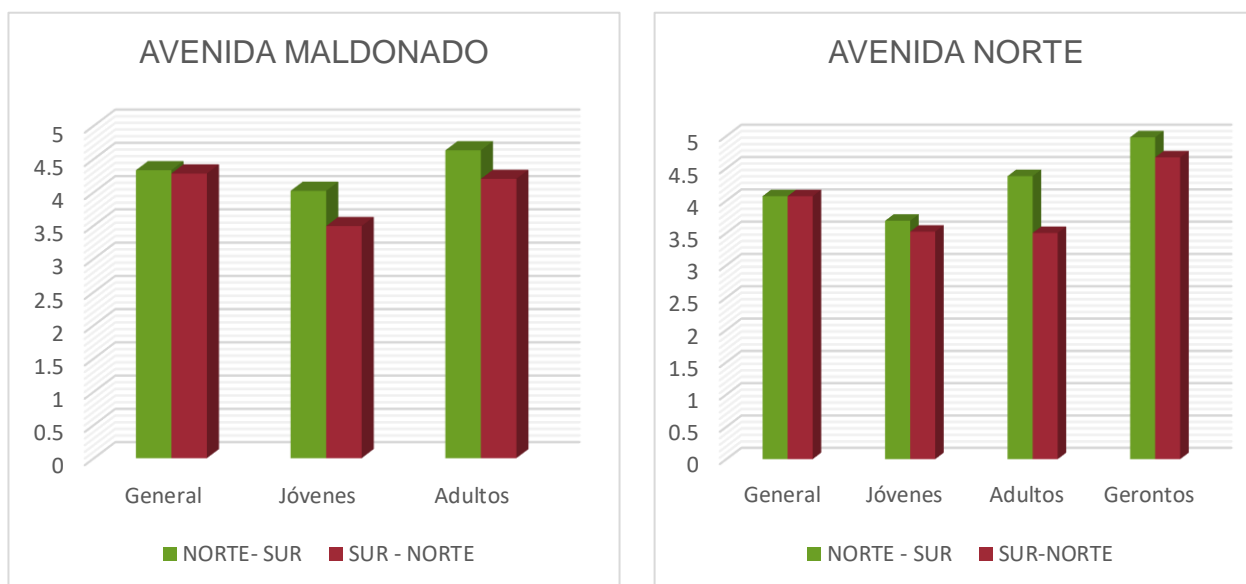
Tabla 13. Cuadro resumen de la brecha críticas – factor edad

AV. MALDONADO			AV. NORTE		
Jóvenes	4.02	3.49	Jóvenes	3.69	3.52
Adultos	4.63	4.2	Adultos	4.38	3.5
General	4.33	4.28	Adulto Mayor	4.98	4.67
			General	4.07	4.07

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a estos datos se generaron los siguientes gráficos de barras.

Figura 49. Comparación de la afectación de la brecha crítica por la edad entre la avenida Norte y la avenida Maldonado.



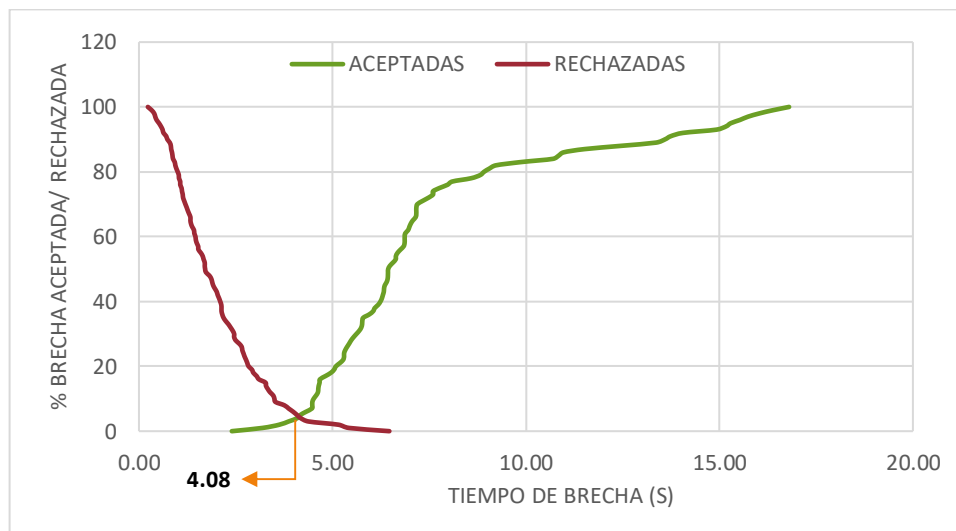
Fuente: elaboracion propia.

Es posible ver que en ambas avenidas la brecha crítica más pequeña pertenece a la de los jóvenes, también. En la avenida norte con respecto a los adultos mayores, la brecha crítica es la mayor en esta clasificación. También se puede ver que las brechas críticas de la avenida Maldonado son mayores que las de la avenida norte tanto en los rangos de edad como en la brecha crítica general.

3.5. AFECTACIÓN DE LA BRECHA POR EL FACTOR GÉNERO

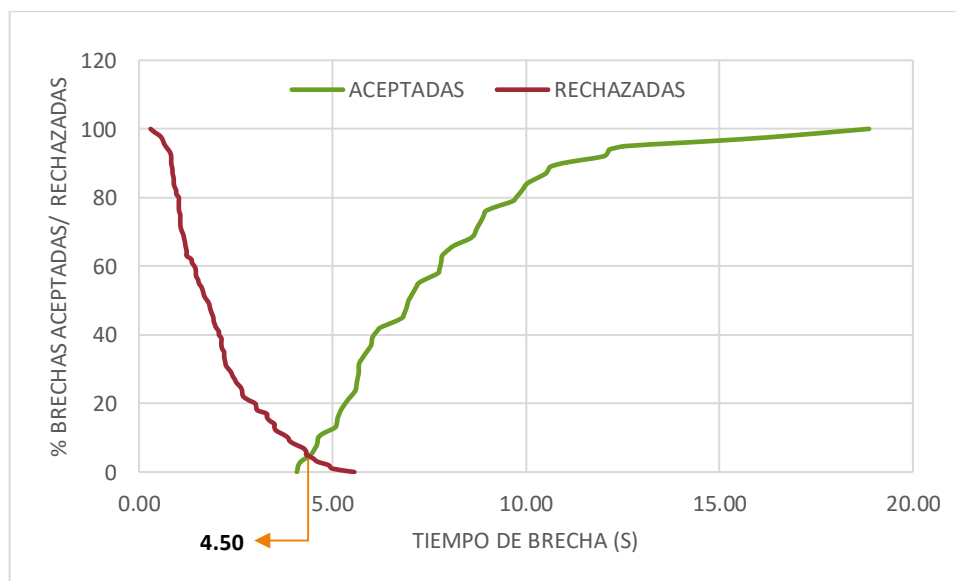
A continuación, se presentan los modelos de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles correspondientes a la avenida Maldonado en cuanto a los hombres en las figuras 50 y 51 y las mujeres en las figuras 53 y 54.

Figura 50. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – hombres calzada norte – sur.



Fuente: elaboración propia.

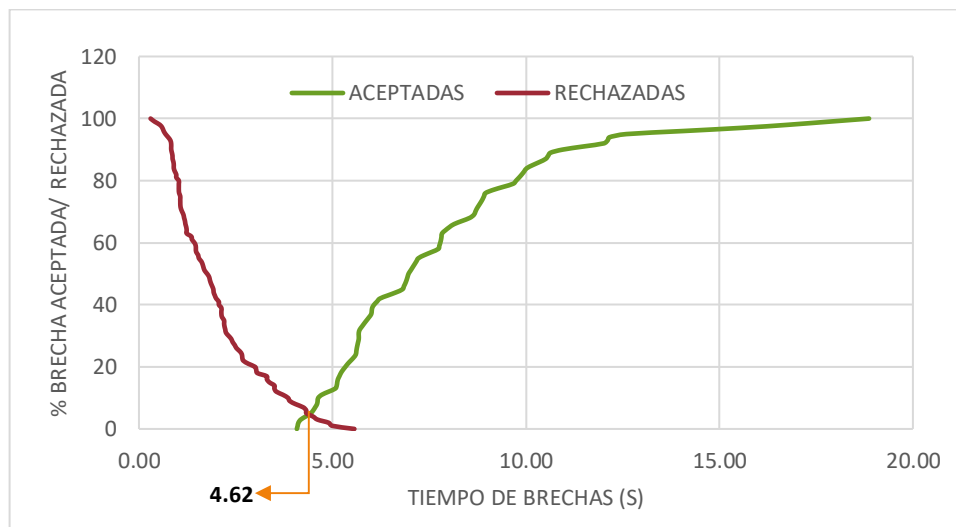
Figura 51. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – hombres calzada sur – norte.



Fuente: elaboración propia.

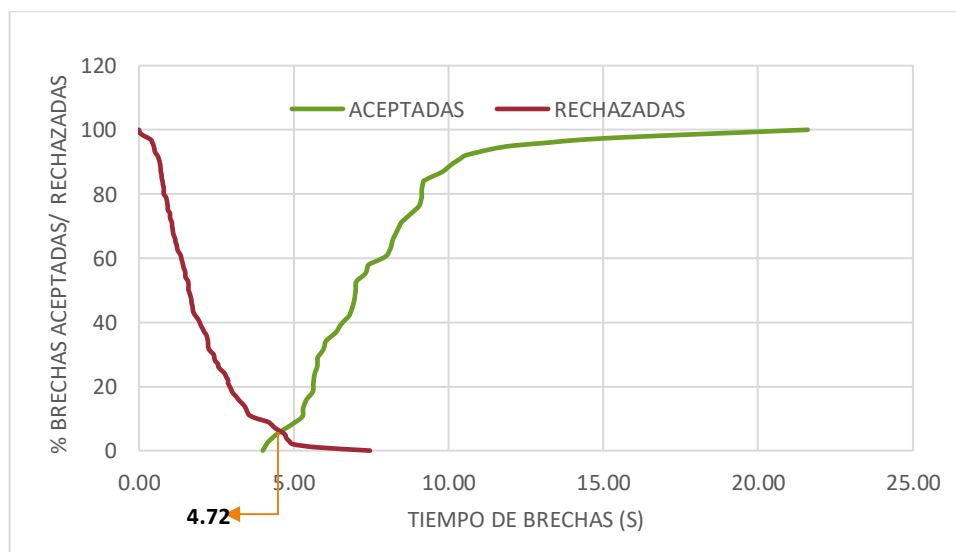
Es posible ver que la brecha crítica de los hombres en la avenida Maldonado se encuentra en un rango entre 4.08 y 4.50 segundos, siendo el mayor valor de este rango perteneciente a la calzada sentido sur – norte.

Figura 52. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – mujeres calzada norte – sur.



Fuente: elaboración propia.

Figura 53. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – mujeres calzada sur – norte.

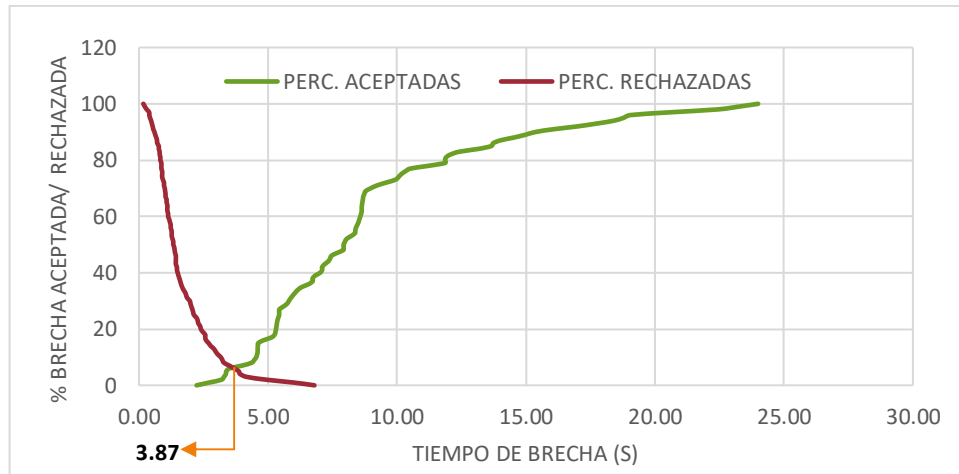


Fuente: elaboración propia.

Se observa que la brecha crítica para las mujeres en la avenida Maldonado se encuentra en un rango entre 4.62 y 4.72 segundos, de manera que es posible decir que en este punto los hombres son más arriesgados y aceptan brechas más pequeñas que las mujeres.

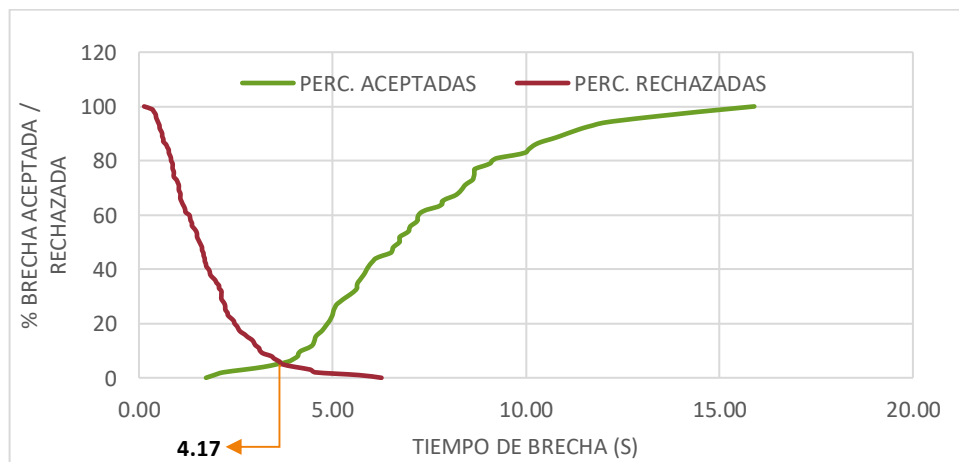
En las figuras 54 y 55 se encuentran los modelos pertenecientes a la avenida norte en cuanto al género masculino y en las figuras 56 y 57 las correspondientes al género femenino.

Figura 54. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – hombres calzada norte – sur.



Fuente: elaboración propia.

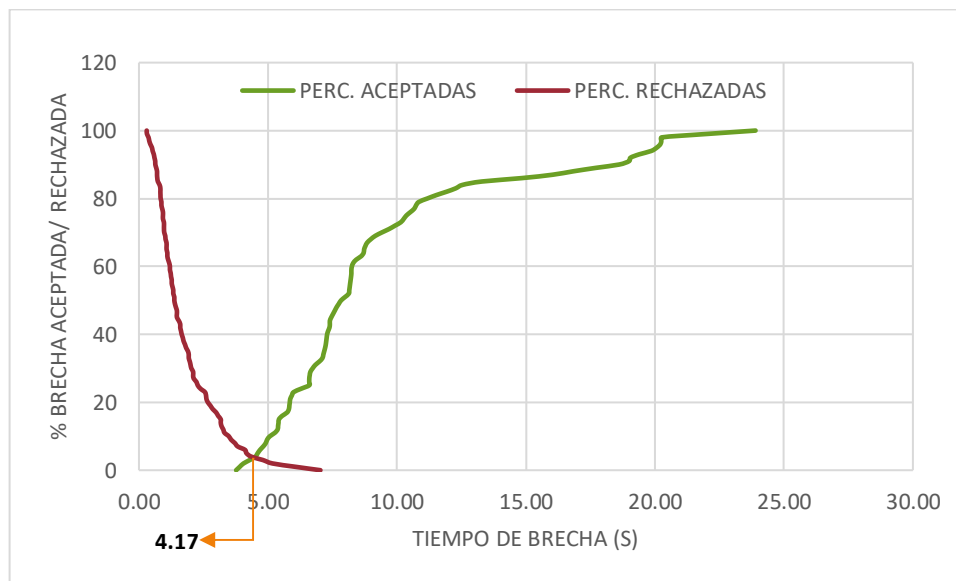
Figura 55. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – hombres calzada sur – norte.



Fuente: elaboración propia.

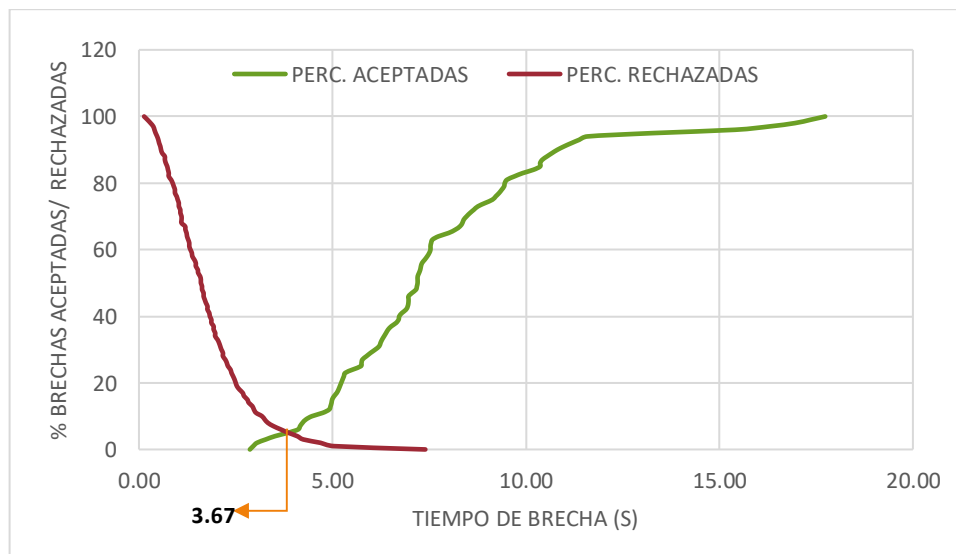
Se puede ver que la brecha crítica para los hombres en la avenida norte se encuentra en un rango entre 3.63 y 3.87 segundos, este rango es menor que el encontrado en la avenida Maldonado, lo cual permite afirmar que los hombres toman una decisión más arriesgada en la avenida norte que en la avenida Maldonado.

Figura 56. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – mujeres calzada norte – sur.



Fuente: elaboración propia.

Figura 57. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – mujeres calzada sur – norte.



Fuente: elaboración propia.

De las gráficas anteriores se observa que la brecha crítica de las mujeres en la avenida norte se encuentra en un rango desde 3.67 a 4.17 segundos, claramente este rango se hace menor que el caso de las mujeres en la avenida Maldonado, pero mayor que os hombres en la avenida norte.

De acuerdo con los resultados obtenidos para el factor género, a continuación se presentan un cuadro resumen que recopila los valores de brecha crítica en ambas avenidas.

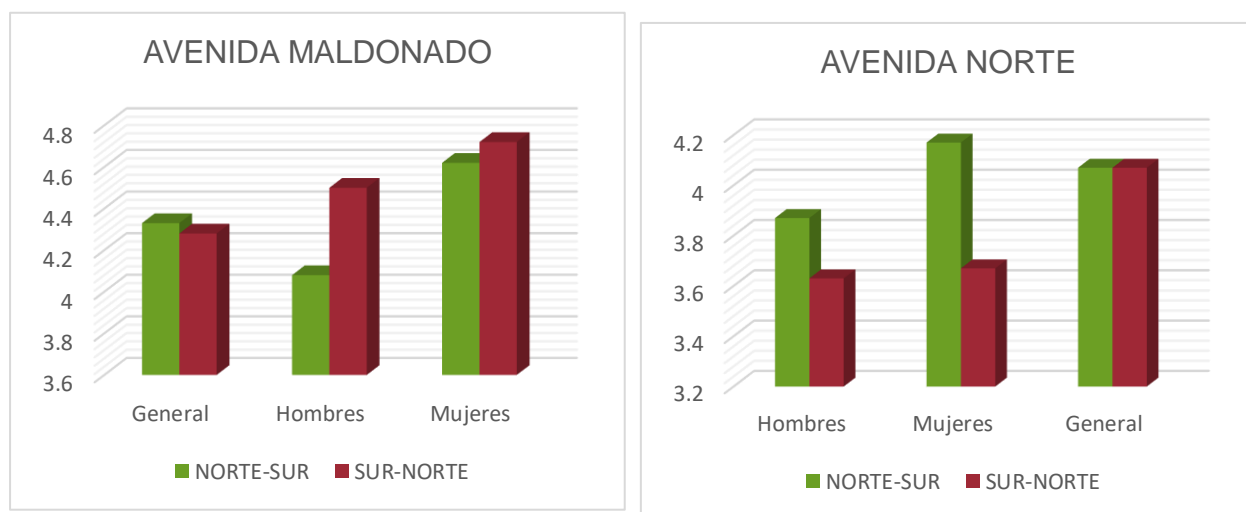
Tabla 14. Cuadro resumen brecha crítica – factor género.

AV. MALDONADO			AV. NORTE		
	Sentido N-S	Sentido S-N		Sentido N-S	Sentido S-N
Hombres	4.08	4.5	Hombres	3.87	3.63
Mujeres	4.62	4.72	Mujeres	4.17	3.67
General	4.33	4.28	General	4.07	4.07

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a estos valores se realiza una comparación de las dos avenidas a partir de diagrama de barras como se muestra en la figura 58.

Figura 58. Comparación de la afectación de la brecha crítica por el género entre la avenida Norte y la avenida Maldonado



fuentes: elaboración propia.

En la figura 58 se observa que la brecha crítica de las mujeres es mayor que la de los hombres para ambos casos, inclusive es mayor que la brecha crítica general, lo cual significa que es el género que más precaución tiene para tomar la decisión de cruzar la vía, caso contrario de los hombres que toman decisiones más arriesgadas aceptando así una brecha menor. Las brechas críticas de la calzada sur – norte en la avenida Norte son menores que los de la calzada norte – sur, para el caso de la avenida Maldonado la brecha crítica para los hombres y las mujeres son mayores en la calzada sur – norte.

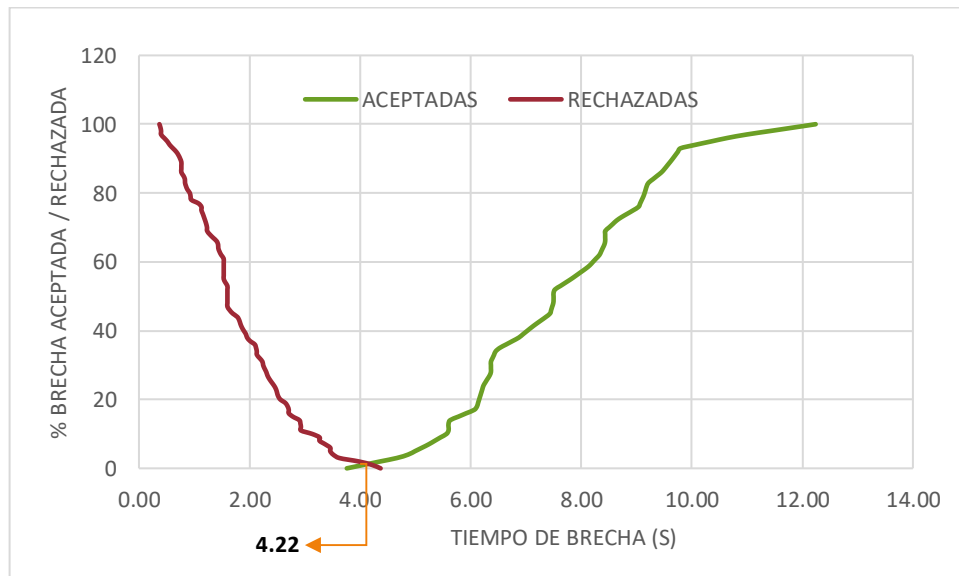
También es posible observar que la brecha general de la avenida norte es igual para ambas calzadas. De igual manera que en el caso del factor edad, los valores de brecha crítica en la avenida Maldonado son mayores que los de la avenida Norte.

3.6. AFECTACIÓN DE LA BRECHA POR OTROS FACTORES

En este apartado se tuvo en cuenta como otros factores que afectan la brecha el cruce en grupo y el cruce con o sin paquete, a continuación, se presentan los resultados y el análisis para cada uno de estos factores.

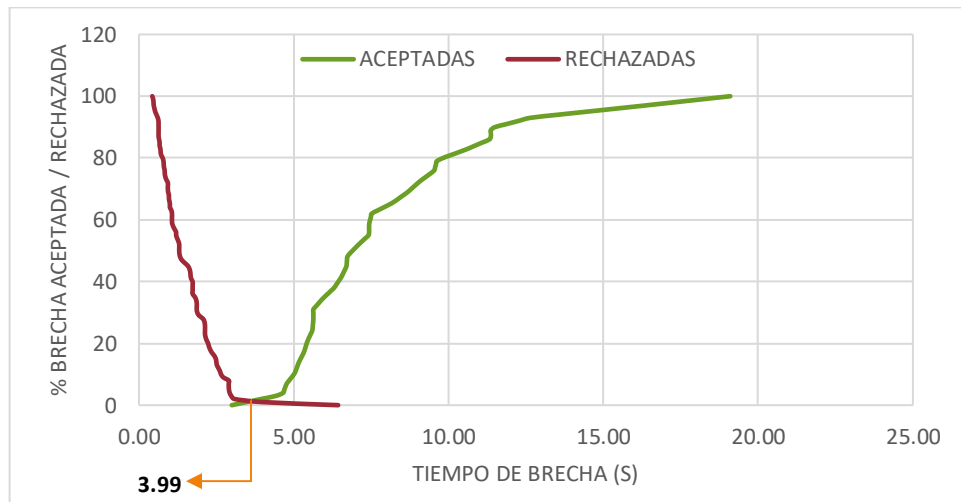
3.6.1. Cruces en grupo: Los modelos de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles de los cruces en grupo para la avenida Maldonado se presentan en la figura 59 para la calzada norte – sur y la figura 60 para la calzada sur – norte.

Figura 59. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – cruce en grupo calzada norte – sur.



Fuente: elaboración propia.

Figura 60. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – cruce en grupo calzada sur – norte.

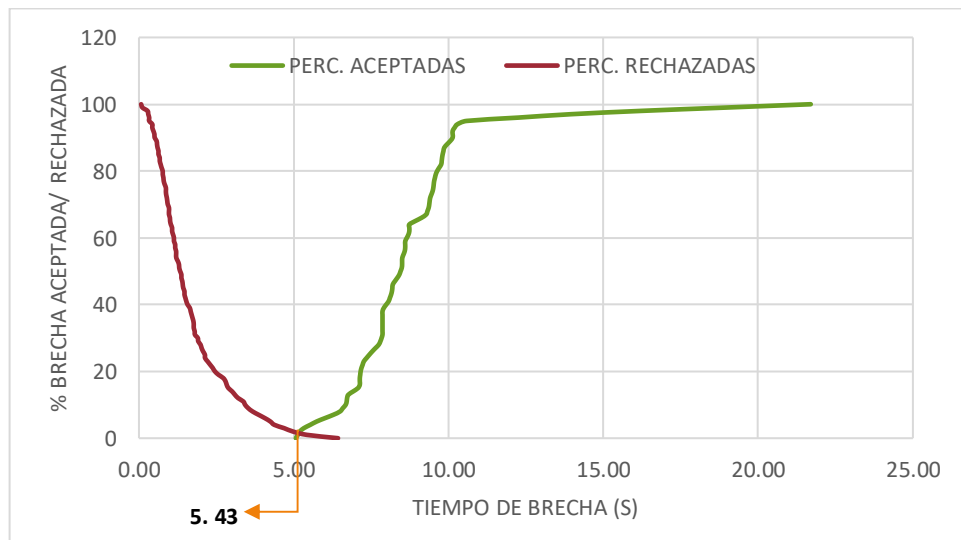


Fuente: elaboración propia.

De los modelos generados para los cruces en grupo, se observa que la brecha crítica se encuentra en un rango entre 3.99 y 4.22 segundos, siendo el valor más grande correspondiente a la calzada en sentido norte – sur.

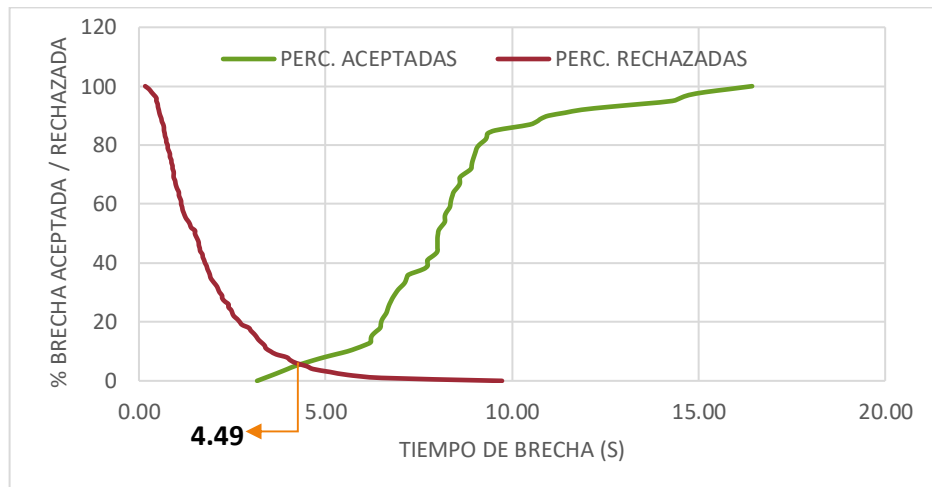
Los modelos correspondientes a la avenida norte se encuentran en las figuras 61 y 62 para las calzadas norte - sur y sur - norte respectivamente.

Figura 61. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – cruce en grupo calzada norte – sur.



Fuente: elaboración propia.

Figura 62. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – cruce en grupo calzada sur – norte.

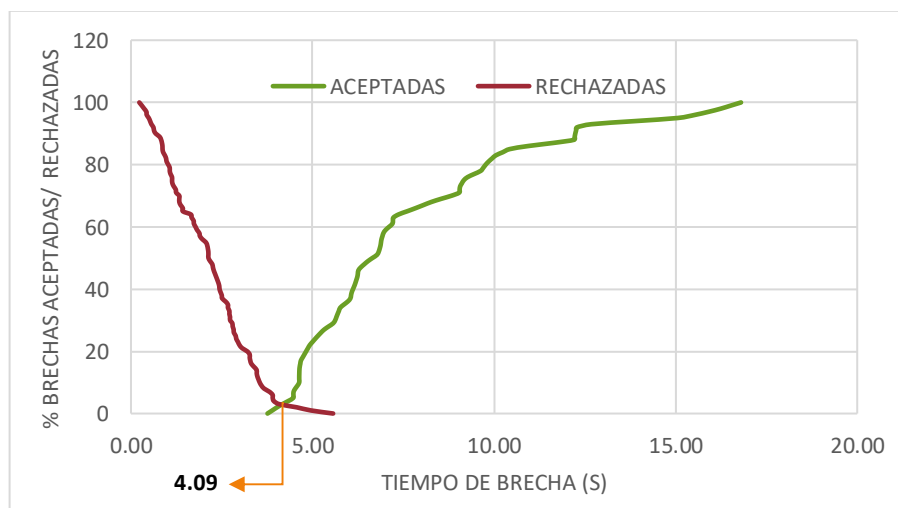


Fuente: elaboración propia.

Para el caso de la avenida norte la brecha crítica se encuentra en un rango entre 4.49 y 5.43 segundos, estos valores son mayores hallados para la avenida Maldonado, lo cual indica que los grupos que realizan cruces en esta son más arriesgados y aceptan brechas más pequeñas que los grupos de la avenida Norte.

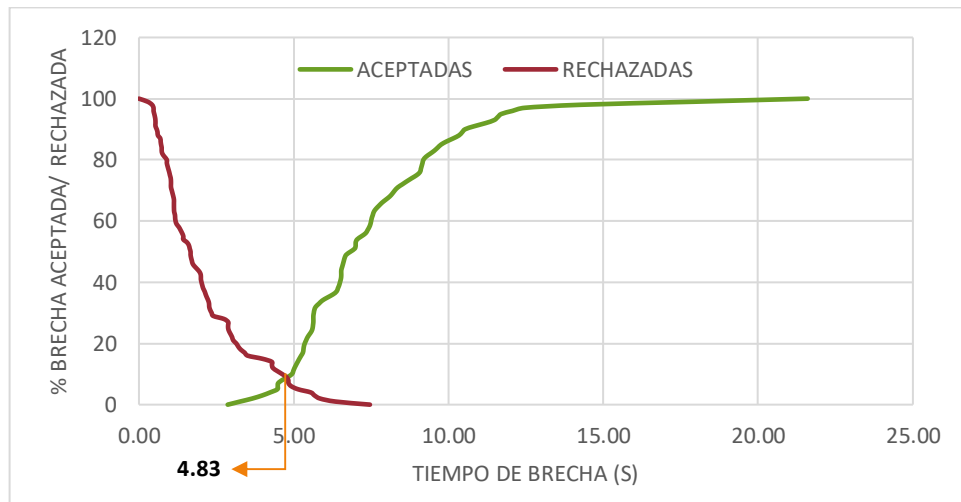
3.6.2. Cruces con paquetes: En las figuras 63 y 64 se presentan los modelos de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles de los cruces realizados con paquetes, en la avenida Maldonado.

Figura 63. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – cruce con paquete calzada norte – sur.



Fuente: elaboración propia.

Figura 64. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Maldonado – cruce en grupo calzada sur – norte.

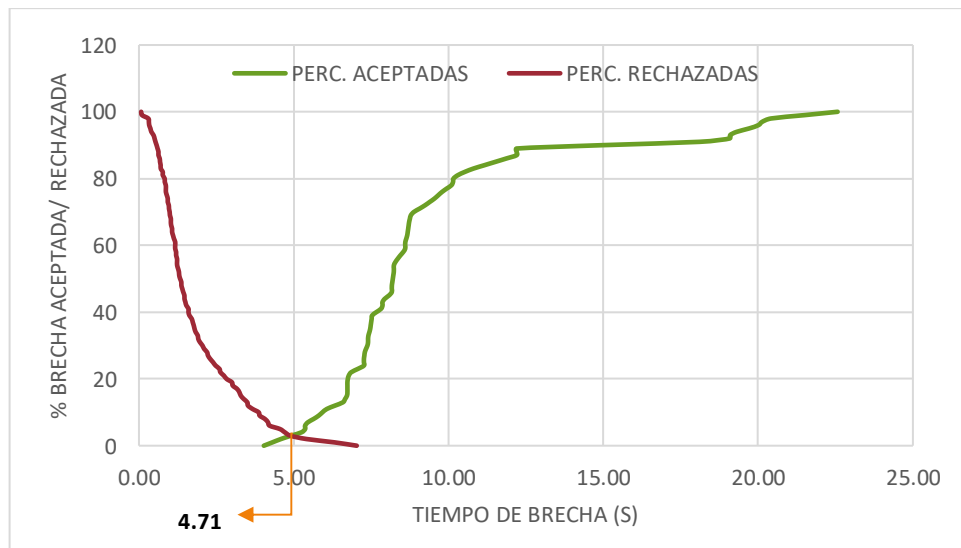


Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a lo arrojado en las gráficas de las figuras 63 y 64 se tiene que la brecha crítica para los cruces realizados con paquetes se encuentra en un rango entre 4.09 y 4.83 segundos.

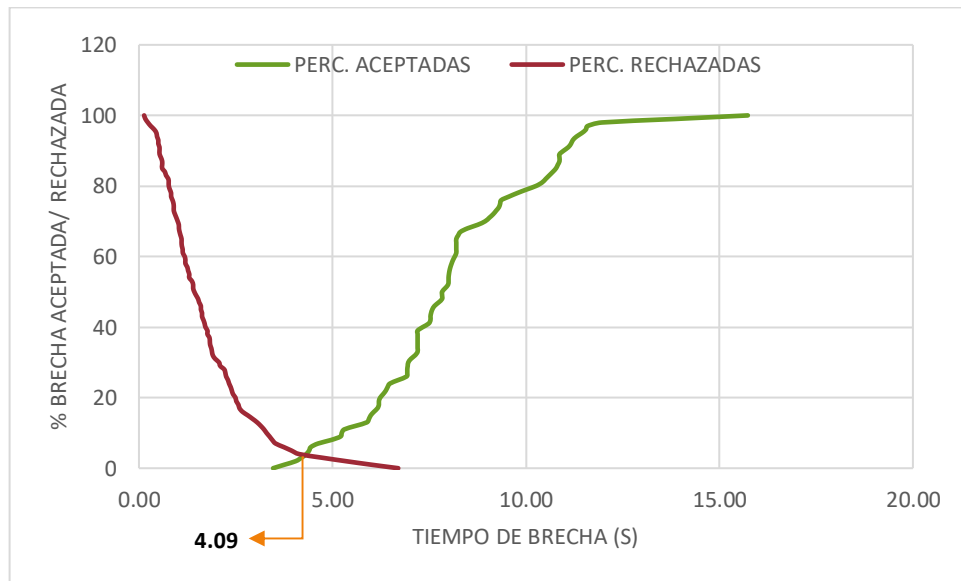
Los modelos de determinación de brecha crítica a partir de percentiles para los cruces realizados con paquetes en la avenida Norte se encuentran en las figuras 65 y 66

Figura 65. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – cruce con paquetes calzada norte – sur.



Fuente: elaboración propia.

Figura 66. Modelo de determinación de la brecha crítica a partir de percentiles en la avenida Norte – cruce en grupo calzada sur – norte.



Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que la brecha crítica para los cruces con paquete en la avenida Norte se encuentran en un rango entre 4.14 y 4.71 segundos, estos valores son menores que los encontrados en la avenida Maldonado, quedando en evidencia que estos cruces con paquete son más arriesgados en la avenida Norte.

A continuación, se presenta un cuadro resumen en el cual se encuentra los valores de brecha crítica para los factores de cruce en grupo y cruce con paquete en las dos avenidas.

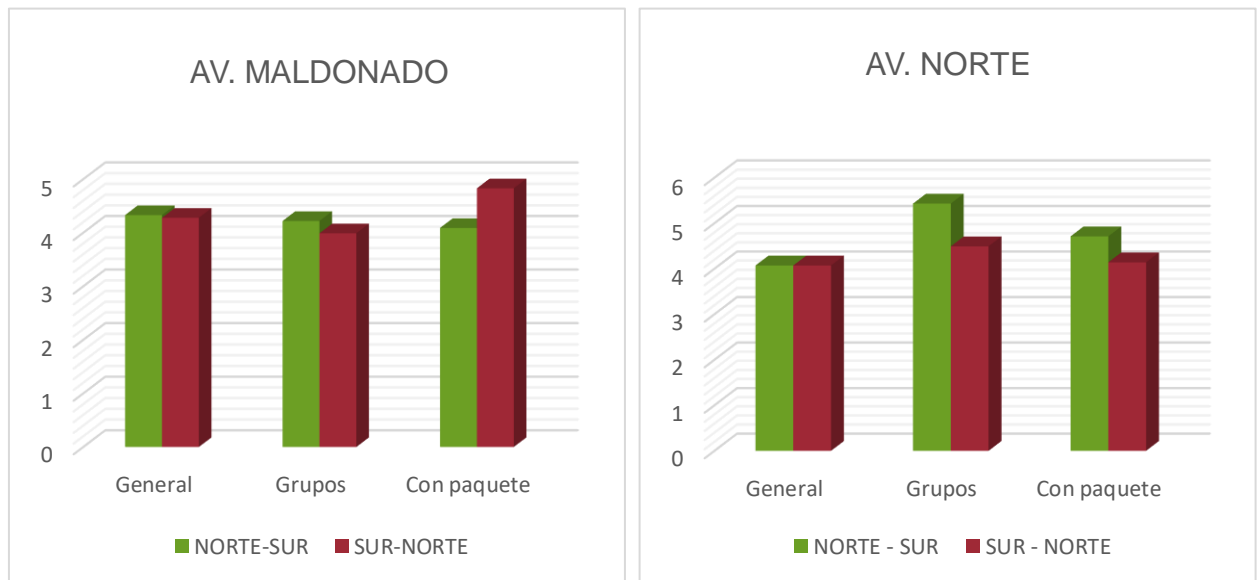
Tabla 15. Cuadro resumen brecha crítica – otros factores.

AV. MALDONADO			AV. NORTE		
	Calzada N-S	Calzada S-N		Calzada N-S	Calzada S-N
General	4.33	4.28	General	4.07	4.07
Grupos	4.22	3.99	Grupos	5.43	4.49
Con paquete	4.09	4.83	Con paquete	4.71	4.14

Fuente: elaboración propia

A partir de estos datos se realiza una comparación entre los dos factores tenidos en cuenta en este análisis, cruces en grupo y cruces con paquetes. En la figura 67 se puede ver los diagramas de barras con las brechas críticas de estos cruces.

Figura 67. Comparación de la afectación de la brecha crítica por otros factores entre la avenida norte y la avenida Maldonado.



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los resultados arrojados de la determinación de la brecha crítica, se encontró que como se observa en la figura 67 la brecha crítica para los cruces realizados en grupo en la avenida Norte tiene el valor más alto, seguido de los cruces realizados con paquetes en la avenida Maldonado, también se observa que la brecha crítica en los cruces en grupo de la avenida Maldonado tiene un valor similar a la brecha crítica general para esta avenida.

3.7. PRUEBAS DE HIPÓTESIS

Para realizar las pruebas de hipótesis estadísticas, se debe suponer que los datos se ajustan a una distribución normal. La prueba de hipótesis antes - después Z, se aplica para verificar la diferencia o igualdad de un par de grupos de datos, a partir de una hipótesis nula, que afirma que los datos son iguales al 95% de confianza, y una hipótesis alternativa, que dice que los datos son diferentes al 95% de confianza. La ecuación de la prueba de hipótesis Z se presenta a continuación

$$Z_{calculado} = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{\frac{(S_1)^2}{n_1} + \frac{(S_2)^2}{n_2}}}$$

En donde:

\bar{X}_n = promedio de los datos

S_n = desviación estándar de los datos

n_n = número de datos

Z calculado se compara con un Z teórico de 1.96. Si Z teórico es mayor que Z calculado se rechaza la hipótesis alternativa, es decir los datos son iguales. Pero si Z teórico es menor que Z alternativo, se rechaza la hipótesis nula y se considera que los datos son diferentes.

Esta prueba fue aplicada para verificar los resultados obtenidos en las avenidas en estudio, en cuanto a la velocidad de caminata de los peatones. Se comparó por cada avenida en cada sentido, los géneros, las edades y los otros factores. Finalmente se realizó una comparación general entre las dos avenidas. A continuación, en la tabla 16 se presentan los datos de la avenida norte necesarios para los cálculos de la prueba de hipótesis Z.

Tabla 16. Datos para el cálculo de Z calculado para velocidad de caminata en la avenida Norte.

	AVENIDA NORTE CALZADA NORTE - SUR								
	GÉNERO		EDAD			OTROS			
	Hombres	Mujeres	Joven	Adulto	Adulto Mayor	En Grupo	Individual	Con Paquete	Sin Paquete
Promedio	1.46	1.33	1.52	1.37	1.27	1.18	1.39	1.19	1.40
Desv. Estandar	0.49	0.37	0.50	0.39	0.40	0.37	0.44	0.33	0.46
Numero datos	53	53	33	49	24	40	106	47	99

	AVENIDA NORTE CALZADA SUR - NORTE								
	GÉNERO		EDAD			OTROS			
	Hombres	Mujeres	Joven	Adulto	Adulto Mayor	En Grupo	Individual	Con Paquete	Sin Paquete
Promedio	1.49	1.45	1.54	1.47	1.36	1.22	1.47	1.34	1.43
Desv. Estandar	0.50	0.43	0.57	0.42	0.38	0.38	0.47	0.35	0.50
Numero datos	53	53	33	49	24	40	106	47	99

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 17 se presentan los datos de la avenida Maldonado para el cálculo de la prueba de hipótesis Z.

Tabla 17. Datos para el cálculo de Z calculado para velocidad de caminata en la avenida Maldonado.

	AVENIDA MALDONADO CALZADA NORTE - SUR							
	GÉNERO		EDAD		OTROS			
	Hombres	Mujeres	Joven	Adulto	En Grupo	Individual	Con Paquete	Sin Paquete
Promedio	1.56	1.61	1.70	1.48	1.43	1.57	1.55	1.54
Desv. Estandar	0.52	0.35	0.58	0.52	0.39	0.47	0.54	0.42
Numero datos	74	39	35	64	30	113	42	102

	AVENIDA MALDONADO CALZADA SUR - NORTE							
	GÉNERO		EDAD		OTROS			
	Hombres	Mujeres	Joven	Adulto	En Grupo	Individual	Con Paquete	Sin Paquete
Promedio	1.46	1.51	1.55	1.46	1.31	1.48	1.43	1.45
Desv. Estandar	0.53	0.39	0.62	0.41	0.32	0.48	0.43	0.47
Numero datos	75	39	35	64	30	114	42	102

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta un ejemplo de cálculo de Z calculado para el caso de la avenida Maldonado, comparación de la velocidad de caminata entre hombres y mujeres en el sentido sur – norte.

$$Z_{calculado} = \frac{(39.70 - 37.50)}{\sqrt{\frac{(10.13)^2}{75} + \frac{(9.38)^2}{39}}}$$

$$Z_{calculado} = 1.153766107$$

Como se observa para el ejemplo el valor de Z calculado es menor a Z teórico de 1.96, lo cual indica que la hipótesis alternativa se rechaza y los datos de velocidad de caminata entre hombres y mujeres en la avenida Maldonado, en el sentido sur-norte, se consideran iguales. En la tabla 18 se presentan los resultados obtenidos para las demás clasificaciones en la avenida norte y la tabla 19 para el caso de la avenida Maldonado.

Tabla 18. Resultados de Z calculados para la velocidad de caminata en la avenida Norte.

		Calzada N-S		Calzada S -N	
GÉNERO	Hombre – Mujer	1.5057121	Nula	0.533478493	Nula
EDAD	Joven – Adulto	1.4699614	Nula	0.559453364	Nula
	Joven - Adulto mayor	2.1116438	Alternativa	1.395700197	Nula
	Adulto - Adulto mayor	1.0140228	Nula	1.134717947	Nula
OTROS	En grupo – Individual	3.0130185	Alternativa	3.368764647	Alternativa
	Con paquete- Sin paquete	3.2459081	Alternativa	1.285375087	Nula

Fuente: elaboración propia

Tabla 19. Resultados de Z calculado para la velocidad de caminata en la avenida Maldonado.

		Calzada N-S		Calzada S -N	
GÉNERO	Hombre – Mujer	0.5754413	Nula	0.53241004	Nula
EDAD	Joven – Adulto	1.8545284	Nula	0.78847149	Nula
GENERO	En grupo – Individual	1.7459712	Nula	2.21860009	Alternativa
OTROS	Con paquete- Sin paquete	0.1415268	Nula	0.33639173	Nula

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a lo observado en las tablas 18 es posible decir que para la avenida Norte, la velocidad de caminata difiere en cuanto a la clasificación edad, los jóvenes presentan una velocidad de caminata mayor que la de los adultos mayores en la calzada norte- sur. Este mismo caso ocurre para la clasificación otros, la comparación cruce con paquete y sin él, la cual resultó con valores considerados como distintos en ambas calzadas, siendo la velocidad de caminata menor para el cruce con paquete. En cuanto a la comparación cruce en grupo e individual se considera que la hipótesis es alternativa en la calzada norte – sur, siendo la velocidad de caminata mayor para el cruce de manera individual.

En el caso de la avenida Maldonado, exceptuando la comparación entre cruce en grupo y cruce individual, según lo planteado por la prueba de hipótesis Z los valores se consideran como iguales, es decir se rechaza la hipótesis alternativa, ya que los valores arrojados por el cálculo de Z calculado son menores de 1.96.

También se realizó una prueba de hipótesis Z para comparar la velocidad de caminata en general entre avenidas, los datos para el cálculo de Z calculado se presentan en la tabla 20.

Tabla 20. Datos para el cálculo de Z calculado para la velocidad de caminata entre avenidas.

	CALZADA NORTE - SUR		CALZADA SUR - NORTE	
	Av. Maldonado	Av. Norte	Av. Maldonado	Av. Norte
Promedio	5.15	5.85	5.44	5.58
Desv. Estandar	1.5976672	1.7535865	1.3373332	1.5901578
Num.de Datos	144	146	144	146

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a los datos se la tabla 21 se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 21. Resultados de Z calculado para la velocidad de caminata entre avenidas.

	calzada N-S	calzada S-N
Velocidad de Caminata	3.53652159	0.81468629

Fuente: elaboración propia.

Se observa en la tabla 21, que de acuerdo a los lineamientos trazados por la prueba de hipótesis Z, que los valores de velocidad de caminata entre la avenida norte y avenida Maldonado son diferentes en el sentido de circulación del tránsito norte – sur, e iguales en el sentido sur – norte.

Los datos de margen de seguridad también fueron sometidos a la prueba de hipótesis Z para verificar la significancia de sus diferencias entre categorías, en la tabla 22 se presentan los datos de la avenida norte para el cálculo de Z calculado.

Tabla 22. Datos para el cálculo de Z teórico para margen de seguridad en la avenida Norte.

	AVENIDA NORTE CALZADA NORTE - SUR								
	GÉNERO		EDAD			OTROS			
	Hombres	Mujeres	Joven	Adulto	Adulto Mayor	En Grupo	Individual	Con Paquete	Sin Paquete
Promedio	3.71	3.72	4.68	3.63	2.72	2.48	3.71	3.14	3.51
Desv. Estandar	4.12	4.01	4.48	4.33	2.48	2.66	4.04	3.72	3.79
Numero datos	50	51	29	48	24	36	101	44	93

	AVENIDA NORTE CALZADA SUR - NORTE								
	GÉNERO		EDAD			OTROS			
	Hombres	Mujeres	Joven	Adulto	Adulto Mayor	En Grupo	Individual	Con Paquete	Sin Paquete
Promedio	2.96	2.83	2.61	3.16	2.73	2.12	2.90	2.46	2.78
Desv. Estandar	2.49	2.78	2.40	2.96	2.25	1.42	2.63	2.09	2.50
Numero datos	41	46	26	41	20	37	87	45	79

Fuente: elaboración propia.

Para el caso de la avenida Maldonado, los valores se presentan en la tabla 23.

Tabla 23. Datos para el cálculo de Z teórico para margen de seguridad en la avenida Maldonado.

	AVENIDA MALDONADO CALZADA NORTE - SUR							
	GÉNERO		EDAD		OTROS			
	Hombres	Mujeres	Joven	Adulto	En Grupo	Individual	Con Paquete	Sin Paquete
Promedio	3.18	3.49	3.48	3.34	2.35	3.29	3.45	2.95
Desv. Estandar	2.79	2.94	2.98	2.85	1.49	2.83	2.86	2.52
Numero datos	61	35	31	53	28	96	35	88

	AVENIDA MALDONADO CALZADA SUR - NORTE							
	GÉNERO		EDAD		OTROS			
	Hombres	Mujeres	Joven	Adulto	En Grupo	Individual	Con Paquete	Sin Paquete
Promedio	2.46	3.11	2.93	2.75	2.91	2.73	2.75	2.78
Desv. Estandar	2.3037096	2.70	2.219260471	2.647645029	2.8397103	2.4388322	2.697122283	2.45229578
Numero datos	61	34	31	50	24	94	34	84

Fuente: elaboración propia.

De la misma manera como se mostró en el ejemplo de Z calculado para la velocidad de caminata, se calculó los Z calculados para el margen de seguridad. A continuación, se muestran los resultados obtenidos para este cálculo en la tabla 24 para la venida norte y en la tabla 25 la avenida Maldonado.

Tabla 24. Resultados de Z calculado para margen de seguridad en la avenida Norte.

		Calzada N-S		Calzada S -N	
GÉNERO	Hombre – Mujer	0.01272302	Nula	0.22766782	Nula
EDAD	Joven – Adulto	1.01502294	Nula	0.826499377	Nula
	Joven - Adulto mayor	2.01048448	Alternativa	0.169184089	Nula
	Adulto - Adulto mayor	1.12161948	Nula	0.627034035	Nula
OTROS	En grupo – Individual	2.05396414	Alternativa	2.126859643	Alternativa
	Con paquete- Sin paquete	0.5316941	Nula	-0.747928709	Nula

Fuente: elaboración propia.

Tabla 25. Resultados de Z calculados para margen de seguridad en la avenida Maldonado.

		Calzada N-S		Calzada S -N	
GÉNERO	Hombre – Mujer	0.501780514	Nula	1.171106807	Nula
EDAD	Joven – Adulto	0.21516989	Nula	0.328165994	Nula
GENERO	En grupo – Individual	2.342522186	Alternativa	0.277175337	Nula
OTROS	Con paquete- Sin paquete	0.904255716	Nula	0.043787746	Nula

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en las tablas 24 que se considera que, en la calzada norte – sur en la avenida norte, el margen de seguridad entre jóvenes y adultos mayores se considera como diferente al 95% de confianza, ya que se acepta la hipótesis alternativa siendo Z calculado mayor que 1.96. En el caso de la avenida Maldonado, en la tabla 25 se muestra que la única comparación que rechaza la hipótesis nula es cruce en grupo y cruce individual, en la calzada norte – sur.

De la misma manera se realizó la prueba de hipótesis Z para comparar los datos de margen de seguridad entre las dos avenidas, en la tabla 26 se muestran los valores requeridos para el cálculo de Z calculado.

Tabla 26. Datos para el cálculo de Z calculado para margen de seguridad entre avenidas.

	CALZADA NORTE - SUR		CALZADA SUR- NORTE	
	Av. Maldonado	Av. Norte	Av. Maldonado	Av. Norte
Promedio	2.48	3.15	2.08	2.06
Desv. Estándar	2.8128755	2.6419027	2.7173312	2.6419027
Num.de Datos	144	146	144	146

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a estos datos, se realizaron los cálculos de Z calculado. En la tabla 27 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 27. Resultados de cálculo de Z calculado para margen de seguridad entre avenidas.

	Cazada N-S	Calzada S-N
Margen de Seguridad	2.07988513	0.08634271

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla 27 el margen de seguridad entre la avenida norte y la avenida Maldonado son diferentes en la calzada norte – sur, pero se define como igual en el sentido de circulación vehicular sur – norte, ya que según lo establecido por la prueba de hipótesis Z, al obtener un Z calculado menor que Z teórico, en este caso de 1.96, se considera que los datos son iguales.

Analizando los datos arrojados por las pruebas Z, realizadas a las distintas clasificaciones de edad, género y otros factores en cuanto a velocidad de caminata y margen de seguridad, se observa una coincidencia entre estas dos variables, (velocidad de caminata y margen de seguridad) en la avenida Norte, pues las diferencias significativas en ambos casos se dieron para la comparación joven y adulto mayor y cruce en grupo y cruce individual.

Por otro lado, observando todos los resultados obtenidos de las pruebas Z, se puede decir que el sentido de circulación es un factor que influye en la velocidad de camita y en el margen de seguridad, puesto que existe diferencia según la prueba. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los datos no cuentan con una distribución normal, por esta razón la prueba Z puede que no tenga mucha veracidad a pesar de la diferencia comparativamente amplia que se observa entre algunos de los valores de margen de seguridad y velocidad de caminata a los que se les aplico la prueba.

4. DISCUSIÓN

En este estudio se encontró que las brechas obtenidas para las cuatro calzadas de las dos avenidas, no se ajustan a una distribución normal. En la avenida norte, la calzada sur – norte tiende a un modelo de distribución loglogistic y la calzada norte – sur no se ajusta a ninguna distribución conocida. Caso similar ocurre en la avenida Maldonado, allí la calzada sur – norte se ajusta a una distribución lognormal, mientras que la calzada norte -sur no sigue ninguna distribución. El caso de la calzada en sentido sur – norte de la avenida Maldonado, coincide con el estudio realizado por Pawar y Patil (2016) en la India, en el que se llevó a cabo una prueba Kolmogorov Smirnov a los datos de brechas temporales y espaciales recopilados mediante la grabación de video, encontrando de esta manera que estos seguían una distribución lognormal.

Por otro lado, analizando la afectación de la brecha crítica por el factor edad, se obtuvo que esta, para los jóvenes y los adultos es menor que para los adultos mayores, esto se traduce en que los jóvenes y los adultos están dispuestos a aceptar un tiempo de brecha menor para realizar sus cruces, dando a entender que la edad influye en la determinación de la brecha crítica, idea que contradice lo encontrado por un estudio realizado por Onelci y Alver (2016) en Izmir, Turquía en donde concluyeron que la edad no reveló efecto significativo en la brecha crítica.

Dentro del análisis realizado para las variables peatonales observadas, velocidad de caminata y margen de seguridad, se encontró que según la prueba de hipótesis Z, en la avenida Norte las variables edad, cruces en grupo o cruce individual y cruce con paquete o sin él, tienen efectos sobre estas. Esta conclusión coincide con lo encontrado por Guío y Poveda (2016), en su estudio *variables microscópicas en la velocidad de caminata*, en el cual se afirman que la velocidad de caminata tiene una afectación por los factores ya mencionados, entre otros, en el centro histórico de la ciudad de Tunja y el campus de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Sin embargo, como ya se mencionó, los datos no siguen una distribución normal, haciendo que la prueba Z no sea muy representativa.

Observando detalladamente el número de cruces peligrosos realizados de acuerdo a las categorías edad, género y otros, se encontró que los hombres realizan más cruces inseguros que las mujeres, respaldando así la conclusión determinada por Schwebel et al, el cual a partir de un experimento virtual en el que simulaba cruces de mitad de calle con tráfico en ambos sentidos, encontró que los hombres son menos cuidadosos que las mujeres, se puede decir entonces, que la decisión de cruzar la calle para las mujeres es una tarea más elaborada que para los hombres.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos en el estudio se pudo determinar que parámetros como la edad, género, cruce en grupo, cruce individual, cruces con paquete y cruces sin paquetes, son factores que afectan la brecha crítica, puesto que, al analizar los datos obtenidos de los modelos individuales para cada parámetro, se encontró que existe una variación con respecto al modelo general y al realizar comparaciones entre los parámetros, también se encontró variación entre los valores obtenidos.

A partir de la caracterización física de las infraestructuras, se pudo observar que la avenida Maldonado cuenta con un puente peatonal a una distancia de entre 20 y 30 metros del punto en el que se realiza el estudio, lo que comprueba que los peatones buscan realizar los cruces de forma óptima y evidencia la influencia que tienen las líneas de deseo en los cruces de las personas.

Según la caracterización del tránsito vehicular, se encontró que los tramos en estudio de las avenidas Norte y Maldonado, reciben más de 1000 vehículos en la hora de máxima demanda que se determinó para el horario entre las 9:00 y las 13:00. Se observó que el tipo de vehículo que más hace uso de estas avenidas es el auto con aproximadamente el 50% del total de la composición vehicular, también se pudo determinar que no es muy común el tránsito de vehículos pesados por estas avenidas. Por otro lado, de esta caracterización también se determinó que el factor de hora pico para las avenidas en estudio es de aproximadamente 0.9.

En cuanto a las características operacionales del tránsito peatonal, se encontró que la velocidad de caminata y el margen de seguridad, para la primera, la afectación está dada por la edad, exactamente en los rangos joven - adulto mayor, pues se encontró que la velocidad de caminata de los peatones jóvenes es mayor. También se encontró afectación en la velocidad de caminata por los factores cruce en grupo - cruce individual y cruce con paquete o sin él. Para el caso del margen de seguridad, esta variable se afectó por los factores edad, en el mismo rango que para la velocidad de caminata; jóvenes - adultos mayores, y cruce en grupo - cruce individual. Esta conclusión parte de los resultados arrojados por la prueba de hipótesis Z que fue realizada a estas variables.

De la caracterización peatonal también se determinó que los hombres realizan mayor cantidad de cruces inseguros que las mujeres, esto lleva a pensar que los hombres son más arriesgados a la hora de tomar la decisión de aceptar o no una brecha.

De acuerdo al análisis estadístico realizado a los datos obtenidos de la recolección de brechas, se observó que estos no se ajustan a una distribución normal. En el caso de los datos obtenidos de la avenida Norte en sentido norte – sur se determinó

por pruebas de bondad de ajuste que estos datos no coinciden con ningún tipo de distribución conocida al igual que los datos obtenidos de la avenida Maldonado en el mismo sentido, en cuanto a los datos obtenidos de la avenida Norte en sentido sur – norte, se encontró que se ajustan a la distribución loglogistic, por otra parte, para el caso de los datos de recolectados en la avenida Maldonado en sentido sur – norte se encontró que estos datos obedecen a la distribución lognormal.

A partir de los análisis de campo y la recolección de datos, se pudo observar que a medida que la hora pico se acerca, los peatones tienden a aceptar brechas más pequeñas, esto tiene sentido entendiendo que la cantidad de vehículos aumenta en las horas mencionadas, haciendo que el tránsito de estos sea más frecuente y que las brechas sean menores. Como el presente estudio no tuvo en cuenta este parámetro, en este libro no se encuentra sustento al planteamiento anterior, por esta razón se recomienda para futuras investigaciones acerca del tema, considerar este parámetro como importante.

También, se recomienda para futuras investigaciones, tener en cuenta el tipo de vehículo al que se le acepta la brecha, puesto que la percepción de seguridad o riesgo de una persona puede que cambiar frente a un vehículo pesado o frente a una moto, ocasionando que una brecha que se acepta a determinado tipo de vehículo y se rechace a otro.

Por último, se recomienda buscar otro tipo de herramientas estadísticas e indagar sobre otras metodologías de análisis de datos, para así garantizar mayor veracidad en los resultados que se obtengan en investigaciones sobre el tema, puesto que como se pudo observar, las brechas no se ajustan a la distribución normal, ocasionando que el análisis de estos datos sea más complejo.

6. REFERENCIAS

- ANASTASI, Anne. Psicología aplicada. En: Estudio científico sobre la psicología del tránsito. [En línea] septiembre de 2008 [revisado 8 de enero 2018] disponible en internet. <https://muniresduardoeluticuetoblogspotcomco200809estudio-cientific-ser-la-psicologia.html>.
- ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA – UPTC. Convenio interadministrativo N°054 2015.
- BALTES M. y CHU, X. Pedestrian Level of Service for Midblock Street Crossings. 2002. En: transportation research record 1818.p3.
- BREWER, M.A.; FITZPATRICK, K.; WHITACRE, J.A.; LORD D. Exploration of pedestrian gap – acceptance behavior at selected locations. 2006. En: transportation research board.
- DI PRETO, Charles y KING, Ellis. Pedestrian gap acceptance. 1970. En: Highway research board. Issue:308.
- ECHEVERRY, Alex; MERA, Juan; VILLOTA, Jehison; ZARATE, Luz., 2005. Actitudes y comportamientos de los peatones en los sitios de alta accidentalidad en Cali. [En línea], marzo 2005 [revisado 8 de enero 2018] disponible en internet. <http://Colombiamedica.univalle.edu.co/index.php/colmedica/article/view/336/1116>.
- FERENCHAK, Nicholas N. Pedestrian age and gender in relation to crossing behavior at midblock crossings in India. Volume 3. Issue No 4. August 2016. p. 345-351. En: Journal of Traffic and Transportation Engineering Original Research Article. Volume 3. Issue No 4. August 2016. p. 345-351.
- GUÍO, Fredy. Estudios y variables del flujo peatonal. 2010. P.30.
- GUÍO, Fredy. Flujos peatonales en infraestructuras continuas: marco conceptual y modelos representativos. 2009. p 13-14.
- GUÍO, Fredy y POVEDA, Carlo. Variables microscópicas en la velocidad de caminata. 2016. En: Ingeniería de Transporte Vol. 19, N° 02 143-153.
- HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM 2010).
- INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS. Traffic Engineering Handbook. 6 ed. Editorial Board. 2009.p1.
- INSTITUTO DE RECURSOS MUNDIALES, Wri Ross. centro para ciudades sostenibles. Ciudades seguras mediante el diseño. Versión 1.0. P.83.
- JIMENEZ, Diana. Comportamiento Peatonal. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Facultad de ciencias, física y matemáticas. 2010.p.3.

LIGA PEATONAL DE MEXICO. Lineas de deseo. [En Inea], 2017[revisado 2 febrero 2018]. Disponible en internet: [http:// liigapeatonal.org](http://liigapeatonal.org).

LUI, Yung – Ching y TUNG, Ying – Chan. Risk analysis of pedestrian road – crossing decisions: Effects of age, time gap, time of day, and vehicle speed. En: Safety science. Enero 2012.

LOBJOIS, R y CAVALLO, V. Age-relative differences in Street-crossing decisions: the effects of vehicle speed and time constraints on gap selection in an estimation task. 2007. En: French national institute for transportation and safety research.

MANHIEM, Marvin L. fundamentals of transportation systems analysis. En: Ingenieria de transito: fundamentos y aplicaciones. 7 ed. Mexico: AlfaOmega, 1994.p.40.

ONELCIN, Pelin y ALVER, Yalcin. Illegal crossing behavior of pedestrians at signalized intersection: factors affecting the gap acceptance. 2015. En: Transportation Research Part F.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Datos de accidentalidad 2016.

OXLEY *et al*. Crossing road safety: an experimental study of age differences in gap selection by pedestrians. 2005. En: Crossing

PAWAR, Digvijay y PATIL, Gopal. Critical gap estimations for pedestrian at uncontrolled mid- block crossings on high – speed arterial. 2016. En: Safety Science.

PAWAR, Digvijay y PATIL, Gopal. Temporal and spatial gap acceptance for minor road at uncontrolled interseccions in india. 2015. En: Transportation Research Record.

PAWAR, Digvijay *et al*. Analysis of dilemma zone for pedestrians at high – speed uncontrolled midblock crossng. 2015.p.1. En: Transportaton Research Investigation of transportation. Parte C. Abreil 2014.

RADELAT, Guido. Principios de ingeniera de tránsito. Estados Unidos, 2003, p.14. ISBN 10: 0935403744.

REYES, Cal y Mayor y CARDENAS, James. Ingenieria de transito: fundamentos y aplicaciones. 8 ed. Mexico: AlfaOmega, 2007.p.30.

ROESS, Roger P. MCSHANE, William. PRASSAS, Elena. Traffic engineering, 2 ed., En: Principios de ingeniera de tránsito. Estados Unidos, 2003, p.185. ISBN 10: 0935403744.

ROESS, Roger, PRASSAS, Elena y MCSHANE, William. Traffic engineering. 4 ed. Estados Unidos: Pearson, 2011. P.22-23.

SCHWEBEL, David.; STAVRINOS, Despinada.; KONGABLE Elizabeth. Attentional control, high intensity pleasure, and risky pedestrian behavior in college students. 2009. En: Accident, analysis and preventon. Junio 2009.

SKINNER, Frederic. En: Pensamiento y acción. Barcelona, Editorial Martínez Roca.1987.

.YANNIS, G.; PAPADIMITRIOU, E; THEOFILATOS, A. Pedestrian gap acceptance for mid – block Street crossing. 2013. En: Transportation Planning and Technology. Vol. 36.

ZEGGER, C.; STEWART, J.; HUANG,H.; LOGERWAY P. Safety effects of maked versus unmarked crosswalks at uncontrolled localitations: analysis of pedestrian crash in 30 cites. En: Transport Research. 2013.